



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»

Гуманитарно-технический колледж

УТВЕРЖДАЮ

Директор ГТК

/Албогачиев И.М-Б.
от «28» июня 2022г.

Фонд оценочных средств

ОП.06 Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты

для специальности

11.02.16. «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств»

Фонд оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 11.02.16. «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств» ОП.06 Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты.

Организация – разработчик: ФГБОУ ВО «Ингушский Государственный Университет» Гуманитарно-технический колледж

Разработчик: Муцольгов Умар Алиханович., преподаватель технического отделения.

Рассмотрена и одобрена на заседании информационно-технического отделения
Протокол № 08 от «27» июня 2022 г.

Рассмотрена и одобрена на заседании Методического совета ГТК.
Протокол № 09 от «28» июня 2022г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	4
2. КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ	10
3. КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ	18
4. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ	30

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1 Назначение, цель и задачи фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (далее - ФОС) по учебной дисциплине представляет собой комплект методических и контрольных измерительных материалов, оценочных средств, предназначенных для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям программы подготовки специалистов среднего звена по специальности (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация).

Фонд оценочных средств по дисциплине ОП.06 Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты разработан согласно требованиям ФГОС СПО и является неотъемлемой частью реализации программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

Целью фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС СПО по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

Задачи ФОС:

контроль и управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, практического опыта и освоения компетенций, определенных ФГОС СПО;

контроль и управление достижением целей программы, определенных как набор общих и профессиональных компетенций;

оценка достижений обучающихся в процессе обучения с выделением положительных / отрицательных результатов и планирование предупреждающих / корректирующих мероприятий;

обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения;

достижение такого уровня контроля и управления качеством образования, который обеспечил бы признание квалификаций выпускников работодателями отрасли.

Фонд оценочных средств включает в себя контрольно-оценочные средства (задания и критерии их оценки, а также описания форм и процедур) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (определения качества освоения обучающимися результатов освоения учебной дисциплины (умений, знаний, практического опыта, ПК и ОК).

ФОС обеспечивает поэтапную (текущий контроль) и интегральную (промежуточная аттестация) оценку умений и знаний обучающихся, приобретаемых при обучении по учебной дисциплине, направленных на формирование компетенций.

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине является **дифференцированный зачет**.

1.2 Результаты освоения учебной дисциплины ОП.06

Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты, подлежащие проверке

В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний:

Коды и наименования результатов обучения (умения и знания)	Показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Уметь:		
<i>У1. Выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения в радиоэлектронных устройствах</i> <i>31. Особенности физических явлений в электрорадиоматериалах</i>	- подбор материалов для конкретного применения в радиоэлектронных устройствах, исходя из определенных свойств; - перечисление электроматериалов и объяснение физических явлений, происходящих в них	- наблюдение за ходом выполнения практической работы № 1; - защита практической работы №1; - устный опрос по темам 1.1; - работа с технической и справочной литературой, подготовка сообщений, докладов и презентаций; - дифференцированный зачет
<i>У 2. Подбирать по справочным материалам радиокомпоненты для электронных устройств</i> <i>3 2. Параметры и характеристики типовых радиокомпонентов</i>	- поиск по справочным материалам радиокомпонентов для электронных устройств, исходя из заданных параметров; - перечисление типовых радиокомпонентов, их классификаций, параметров и характеристик	-наблюдение за ходом выполнения практических работ № 2-7; - защита практических работ № 2-7; - устный опрос по теме 2.2; - письменный опрос по теме 2.3; - выполнение индивидуальных заданий, работа с технической и справочной литературой; - дифференцированный зачет

<i>У 3. Читать маркировку радиокомпонентов</i>	- расшифровка различных видов маркировок радиокомпонентов, в соответствии с ГОСТ	- наблюдение за ходом выполнения практических работ № 3-7; - защита практических работ № 3-7;
		- письменный опрос по темам 2.4, 2.5; выполнение индивидуальных заданий, работа с технической и справочной литературой; дифференцированный зачет
<i>У 4. Выбирать провода, кабели, жгуты для конкретной области применения по маркировке</i>	- определение области применения проводов, кабелей, жгутов, в зависимости от их маркировки	- наблюдение за ходом выполнения практической работы № 1; - защита практической работы № 1; - дифференцированный зачет
<i>У 5. Различать радиокомпоненты в зависимости от систем обозначений</i>	- определение систем маркировок и типов радиокомпонентов по ним	- наблюдение за ходом выполнения практических работ № 3-7; - защита практических работ № 3-7; - письменный опрос по теме 2.4; - выполнение индивидуальных заданий, работа с технической и справочной литературой; - дифференцированный зачет
<i>У 6. Переводить одну систему обозначения радиокомпонентов в другую</i>	- преобразование одной системы обозначения радиокомпонентов в другую, в соответствии с ГОСТ	- наблюдение за ходом выполнения практических работ № 3,4; - защита практических работ № 3,4; - письменный опрос по темам 2.1-2.2; - работа с технической и справочной литературой; - дифференцированный зачет

<p><i>У 7. Использовать поисковые системы радиокомпонентов.</i></p>	<p>- поиск радиокомпонентов , их параметров, типоразмеров, схем включения, цен, в зависимости от специфики поисковых систем радиокомпонентов</p>	<p>- наблюдение за ходом выполнения практической работы №4; - защита практической работы №4;</p>
<p><i>У 8. Различать типы корпусов полупроводниковых приборов</i></p>	<p>- определение типа корпуса и типа полупроводникового прибора по внешнему виду корпуса</p>	<p>- наблюдение за ходом выполнения практической работы № 7; - защита практической работы №7;</p>
<p>Знать: <i>3 3. УГО радиокомпонентов</i></p>	<p>- изображение УГО радиокомпонентов, в соответствии с ГОСТ</p>	<p>- наблюдение за ходом выполнения практических работ № 3-7; - письменный опрос по темам 2.2, 2.4; - выполнение индивидуальных заданий, работа с технической и справочной литературой; дифференцированный зачет</p>

1.3 Матрица оценочных средств текущего контроля знаний

Содержание учебного материала	Тип (код) ¹ контрольного задания								
	У 1, 3 1	У 2, 3 2	У 3	У 4	У 5	У 6	У 7	У 8	З 3
Раздел 1. Основы материаловедения									
Тема 1.1. Строение и свойства материалов	УО; ВСР								
Раздел 2. Электрорадиоматериалы									
Тема 2.1. Проводниковые материалы	ПР 1; УО; ВСР			ПР 1					
Тема 2.2. Полупроводниковые материалы	УО; ВСР	ПР 2							
Тема 2.3. Диэлектрические материалы	УО; ВСР								
Тема 2.4. Магнитные материалы	УО; ВСР								
Раздел 3. Радиокомпоненты, применяемые при производстве радиоэлектронных приборов и устройств									
Тема 3.1. Резисторы		ПР 3; ВСР	ПР 3		ПР 3	ПО; ПР3 ВСР			ПО; ПР3 ВСР
Тема 3.2. Конденсаторы		ПР 4; ВСР	ПР 4		ПР 4	ПО; ПР4 ВСР			ПР 4; ВСР
Тема 3.3. Индуктивности		УО; ВСР							
Тема 3.4. Полупроводниковые приборы		ПР 5; ВСР	ПО; ПР 5		ПО; ПР5 ВСР			ПР 5	ПО; ПР5 ВСР
Тема 3.5. Трансформаторы		ПО; ПР6 ВСР	ПО; ПР6 ВСР		ПР 6		ПР 6		ПР 6

¹ Условные обозначения

Тип контрольного задания	Код контрольного задания	Тип контрольного задания	Код контрольного задания
Практическая работа	ПР	Устный опрос	УО

Письменный опрос	ПО	Внеаудиторная самостоятельная работа	ВСП
------------------	----	--------------------------------------	-----

1.4 Матрица оценочных средств промежуточной аттестации

Содержание учебного материала	Тип (код) ² контрольного задания								
	У 1, 3 1	У 2, 3 2	У 3	У 4	У 5	У 6	У 7	У 8	3 3
Раздел 1. Основы материаловедения									
Тема 1.1. Строение и свойства материалов	Т 1, 2, 5								
Раздел 2. Электрорадиоматериалы									
Тема 2.1. Проводниковые материалы	Т 1, 2, 5, 15, 20, 29, 34, 48		Т 43	Т 16,30	Т 16,30, 43				
Тема 2.2. Полупроводниковые материалы	Т 3, 8, 9, 22, 35, 36, 44, 49		Т 17, 31		Т 17, 31				
Тема 2.3. Диэлектрические материалы	Т 4, 7, 21, 45								
Тема 2.4. Магнитные материалы	Т 18, 32, 50								
Раздел 3 Радиокомпоненты, применяемые при производстве радиоэлектронных приборов и устройств									
Тема 3.1. Резисторы			Т 19, 23,47			Т23, 47			Т 55
Тема 3.2. Конденсаторы			Т 6, 33, 37			Т6, 37			Т 14
Тема 3.3. Индуктивности		Т10,11,24, 25,38,51,52							
Тема 3.4. Полупроводниковые приборы		Т12, 39, 53	Т 26, 40,54			Т 26, 40, 54			Т 28,42, 55,56
Тема 3.5. Трансформаторы		Т13, 27, 41							

² Условные обозначения

Тип контрольного задания	Код контрольного задания
Тест	Т

2. КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

осуществляется преподавателем в процессе:

проведения устного или письменного опроса по теме, разделу; круглого стола, деловой игры, семинара и др.

выполнения обучающимися контрольной работы по теме, разделу;

выполнения и защиты лабораторных и практических работ;

оценки качества выполнения самостоятельной работы студентов (доклад, сообщение, реферат, конспект, решение задач и др.);

выполнения исследовательских, проектных и творческих работ;

тестирования по отдельным темам и разделам;

анализа конкретных производственных ситуаций и т.д.

Устный или письменный опрос проводится на практических занятиях и затрагивает тематику предшествующих занятий, лекционный материал и позволяет выяснить объем знаний студента по определенной теме, разделу, проблеме. Устный опрос в форме собеседования - специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Типовое задание - стандартные задания, позволяющие проверить умение решать как учебные, так и профессиональные задачи. Содержание заданий должно максимально соответствовать видам профессиональной деятельности.

Различают разно уровневые задачи и задания:

а) ознакомительного, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

б) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;

в) продуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения, выполнять проблемные задания.

Круглый стол, дискуссия, диспут, дебаты - оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения

Доклад, сообщение является продуктом самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Продуктом самостоятельной работы студента, является и *реферат*, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-

исследовательской)

темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Тестирование представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося, направлено на проверку владения терминологическим аппаратом и конкретными знаниями по дисциплине. Тестирование по теме, разделу занимает часть учебного занятия (10-30 минут), правильность решения разбирается на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем.

Тестирование по темам, разделам проводится в письменном виде или в компьютерном с помощью тестовой оболочки или разработанных преподавателем тестов с использованием специализированных сервисов (Google-формы и др.), в которых баллы формируются автоматически и переводятся в систему оценок преподавателем в соответствии с утвержденной шкалой оценивания.

Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Деловая и/или ролевая игра представляет собой совместную деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

Тренажер - техническое средство, которое может быть использовано для контроля приобретенных студентом профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом.

Кейс-задания представляет собой проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.

Проект - конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Творческое задание — это частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться индивидуально или группой обучающихся.

Подготовка студентом *эссе* позволяет оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Рабочая тетрадь — это дидактический комплекс, предназначенный для самостоятельной работы обучающегося и позволяющий оценивать уровень

усвоения им учебного материала.

Практические занятия проводятся в часы, выделенные учебным планом для отработки практических навыков освоения компетенциями, и предполагают аттестацию всех обучающихся за каждое занятие.

В ходе практического занятия обучающиеся приобретают умения, предусмотренные рабочей программой дисциплины, учатся использовать формулы, и применять различные методики расчета, анализировать полученные результаты и делать выводы, опираясь на теоретические знания.

В ходе *лабораторной работы* обучающиеся приобретают умения, предусмотренные рабочей программой дисциплины, учатся самостоятельно работать с оборудованием лаборатории, проводить эксперименты, анализировать полученные результаты и делать выводы, подтверждать теоретические положения лабораторным экспериментом.

Содержание, этапы проведения конкретного практического занятия или лабораторной работы, критерии оценки представлены в методических указаниях по выполнению лабораторных, практических работ.

Отчет по практической и лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической, лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае невыполнения практических заданий в процессе обучения, их необходимо «отработать» до экзамена.

Вид заданий, которые необходимо выполнить для ликвидации задолженности определяется в индивидуальном порядке, с учетом причин невыполнения.

Форма проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбирается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене/дифференцированном зачете/зачете.

2.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости³

Раздел 1. Основы материаловедения

Тема 1.1. Строение и свойства материалов

Устный опрос

Раздел 2. Особенности физических явлений в электрорадиоматериалах

Тема 2.1. Проводниковые материалы

1. Какие свойства у материалов?

2. Какие существуют основные показатели свойств материалов?

Устный опрос

1. Что такое электрорадиоматериалы?
2. Назовите основные группы проводниковых материалов.
3. Что такое удельное сопротивление проводника?
4. Какие материалы относятся к диэлектрикам?
5. Что такое диэлектрическая проницаемость?
6. Назовите основные типы полупроводниковых материалов.
7. Что такое p-n-переход?
8. Какие материалы используются для изготовления резисторов?
9. Что такое конденсатор и из каких материалов изготавливают его обкладки?
10. Какие бывают типы магнитных материалов?

Ключ к опросу

1. Материалы, используемые в производстве электронных и радиокомпонентов (проводники, диэлектрики, полупроводники, магнитные материалы).
2. Металлы (медь, алюминий, серебро) и их сплавы (бронза, латунь).
3. Физическая величина, характеризующая способность материала препятствовать прохождению электрического тока (Ом·м).
4. Пластмассы, керамика, стекло, резина, слюда
5. Характеристика, показывающая, во сколько раз электрическое поле в диэлектрике слабее, чем в вакууме.
6. Элементарные (кремний, германий) и соединения (арсенид галлия, карбид кремния).
7. Граница между полупроводниками p- и n-типа, обладающая выпрямляющими свойствами.
8. Углеродные композиции, металлопленочные покрытия, проволоочные сплавы.
9. Накопитель заряда; обкладки – из алюминия, тантала, серебра, диэлектрик – керамика, оксидные плёнки.
10. Мягкие (трансформаторная сталь) и жесткие (неодимовые магниты).

Критерии оценки:

Оценка «**отлично**» выставляется, если обучающийся:

- дает точное определение и истолкование основных понятий.
- при ответе не повторяет дословно текст учебника или конспекта, а обнаруживает самостоятельность и аргументированность суждений, умеет установить связь между изучаемым материалом по дисциплине;
- умеет привести пример практического применения знаний;
- умеет делать обобщения и собственные выводы по отвеченному вопросу.

Оценка «**хорошо**» выставляется, если ответ обучающегося удовлетворяет названным выше требованиям, но:

- допускает одну негрубую ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно, или при помощи небольшой помощи преподавателя.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется, если обучающийся правильно

понимает сущность рассматриваемых явлений, но при ответе:

- отвечает неполно на вопросы преподавателя, допуская одну-две грубые ошибки или воспроизводит содержание текста учебника (конспекта), но недостаточно понимает отдельные положения, имеющие важное значение.

- испытывает затруднения в приведении примеров практического применения знаний.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если обучающийся

- не знает и не понимает значительную или основную часть программного материала в пределах поставленных вопросов.

- при ответе (на один вопрос) допускает более двух грубых ошибок, которые не может исправить даже при помощи преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа

Вид задания: работа с технической и справочной литературой.

Вид задания: подготовка сообщений, докладов и презентаций

См. Методические указания по выполнению внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине «Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты»

Практическая работа №1 «Изучение области применения проводников на основе анализа их свойств»

См. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты»

Критерии оценки выполнения практической работы:

- оценка **«отлично»** - в ходе выполнения практической работы студент соблюдает порядок выполнения согласно методическим указаниям, проявляет самостоятельность при выполнении расчетов, умеет пользоваться справочной литературой;

- оценка **«хорошо»** – не всегда проявляет самостоятельность при выполнении расчетов, расчеты выполняет с незначительными математическими ошибками, но умеет пользоваться справочной литературой;

- оценка **«удовлетворительно»** - не проявляет самостоятельности при выполнении работы, при расчетах допускает ошибки в единицах измерения физических единиц, умеет пользоваться справочниками;

- оценка **«неудовлетворительно»**- не проявляет самостоятельности при выполнении работы, не умеет пользоваться справочной литературой.

Критерии оценки защиты практической работы:

- оценка **«отлично»** выставляется, если даны правильные ответы на все вопросы в пособии по практической работе, правильно оформлен отчет, все расчеты выполнены без ошибок, сделаны правильные выводы в конце отчета;

- оценка **«хорошо»**, если даны правильные ответы не на все вопросы в пособии по практической работе, правильно оформлен отчет, расчеты выполнены с небольшими математическими ошибками, не сделаны выводы в конце отчета по всем предложенным вопросам;

- оценка **«удовлетворительно»**, если даны правильные ответы не на все

вопросы в пособии по практической работе, отчет оформлен правильно, расчеты сделаны с грубыми математическими ошибками, выводы в конце отчета неполные;

- оценка **«неудовлетворительно»**, если не даны правильные ответы на вопросы в пособии по практической работе, отчет оформлен с ошибками, расчеты не сделаны, выводы в конце отчета не сделаны.

Тема 2.2. Полупроводниковые материалы

Устный опрос

1. Что такое полупроводник?
2. Какие бывают типы полупроводников по структуре?
3. Что такое собственная проводимость полупроводников?
4. Что такое примесная проводимость?
5. Какие полупроводники называют электронными (n-типа)?
6. Какие полупроводники называют дырочными (p-типа)?
7. Что такое ширина запрещённой зоны?
8. Как зависит проводимость полупроводников от температуры?
9. Назовите основные полупроводниковые материалы.
10. Что такое эффект Холла в полупроводниках?

Ключ к опросу

1. Материал, удельное сопротивление которого находится между проводниками и диэлектриками (например, кремний, германий).
2. Кристаллические, аморфные, поликристаллические.
3. Проводимость, обусловленная генерацией пар электрон-дырка без примесей.
4. Проводимость, вызванная введением донорных или акцепторных примесей.
5. Полупроводники с преобладанием электронов в качестве основных носителей заряда (донорные примеси).
6. Полупроводники с преобладанием дырок в качестве основных носителей заряда (акцепторные примеси).
7. Минимальная энергия, необходимая для перехода электрона из валентной зоны в зону проводимости.
8. Увеличивается с ростом температуры (в отличие от металлов).
9. Кремний (Si), германий (Ge), арсенид галлия (GaAs)
10. Возникновение поперечного напряжения (холловского) при пропускании тока через полупроводник в магнитном поле.

Критерии оценки см. к теме .1.1.

Самостоятельная работа

Вид задания: работа с технической и справочной литературой:

Вид задания: подготовка сообщений, докладов и презентаций

См. Методические указания по выполнению внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине «Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты»

Тема 2.3. Диэлектрические материалы

Устный опрос

1. Что такое диэлектрик?
2. Назовите основные виды диэлектриков.
3. Что такое диэлектрическая проницаемость?
4. Что такое диэлектрические потери?
5. Что такое электрическая прочность диэлектрика?
6. Какие виды пробоя диэлектриков вы знаете?
7. Что такое поляризация диэлектриков?
8. Назовите основные виды поляризации.
9. Что такое сегнетоэлектрики?
10. Что такое электреты?

Ключ к опросу

1. Материал, плохо проводящий электрический ток, имеющий высокое удельное сопротивление.
2. Газы, жидкости, твёрдые диэлектрики.
3. Величина, показывающая, во сколько раз электрическое поле в диэлектрике меньше, чем в вакууме.
4. Энергия, рассеиваемая в диэлектрике при воздействии переменного электрического поля
5. Напряжённость электрического поля, при которой происходит пробой диэлектрика.
6. Электрический, тепловой, электрохимический
7. Смещение связанных зарядов под действием внешнего электрического поля.
8. Электронная, ионная, дипольная, спонтанная (в сегнетоэлектриках).
9. Диэлектрики с самопроизвольной поляризацией, зависящей от внешнего поля.
10. Диэлектрики, длительно сохраняющие поляризацию после снятия внешнего поля.

Критерии оценки см. к теме .1.1.

Внеаудиторная самостоятельная работа

Вид задания: работа с технической и справочной литературой

Вид задания: подготовка сообщений, докладов и презентаций

См. Методические указания по выполнению внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине «Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты»

Практическое занятие № 2 «Изучение сложных полупроводников на основе анализа их свойств»

См. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты»

Критерии оценки см. к практической работе № 1.

1. применения.

Тема 2.4. Магнитные материалы

Устный опрос

1. Что такое магнитные материалы?
2. На какие три основных типа делятся магнитные материалы?
3. Какие материалы относятся к ферромагнетикам?
4. Что такое точка Кюри?
5. Чем отличаются парамагнетики от диамагнетиков?
6. Что такое магнитная проницаемость?
7. Какие материалы называют магнитотвердыми? Приведите пример.
8. Какие материалы называют магнитомягкими? Приведите пример.
9. Какой процесс называется гистерезисом в магнитных материалах?
10. Где применяются ферриты?

Ключ к опросу

1. Материалы, способные намагничиваться и создавать магнитное поле.
2. Ферромагнетики, парамагнетики и диамагнетики.
3. Железо, никель, кобальт и их сплавы.
4. Температура, выше которой ферромагнетик теряет свои магнитные свойства.
5. Парамагнетики слабо притягиваются к магниту ($\mu > 1$), диамагнетики слабо отталкиваются ($\mu < 1$).
6. Физическая величина, показывающая, во сколько раз материал усиливает магнитное поле.
7. Материалы с высокой коэрцитивной силой, сохраняющие намагниченность (например, неодимовые магниты).
8. Материалы с низкой коэрцитивной силой, легко перемагничивающиеся (например, электротехническая сталь).
9. Зависимость намагниченности материала от внешнего поля с запаздыванием (петля гистерезиса).
10. В электронике (сердечники катушек, антенны, магнитные экраны).

Критерии оценки см. к теме .1.1.

3. КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Назначение

Контрольно-оценочное средство предназначено для промежуточной аттестации по учебной дисциплине ОП.06 «Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты» оценки знаний и умений аттестуемых, а также элементов ПК и ОК.

3.2. Форма и условия аттестации

Аттестация проводится в форме письменного дифференцированного зачета по завершению освоения всех тем учебной дисциплины, при положительных результатах текущего контроля, за счет объема времени, отводимого на изучение дисциплины. К дифференцированному зачету по дисциплине допускаются студенты, полностью выполнившие все практические задания.

Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации доводятся до сведения студентов не позднее, чем за месяц до окончания изучения дисциплины. Содержание оценочных средств целостно отражает объем проверяемых знаний, умений, компетенций, освоенных обучающимися при изучении дисциплины.

Дифференцированный зачет проводится в специально подготовленных помещениях, одновременно со всем составом группы. На сдачу письменного зачета отводятся не более двух академических часов на учебную группу.

Тема 3.3. Конденсаторы

Письменный опрос

1. Что такое конденсатор?
2. Как обозначается ёмкость конденсатора и в чём измеряется?
3. Почему при последовательном соединении общая ёмкость уменьшается?
4. Какие бывают типы конденсаторов по виду диэлектрика? (Назовите 3-4 примера)
5. Что такое поляризованный конденсатор? Где он применяется?
6. Где применяются конденсаторы в электрических цепях? (3-4 примера)
7. Как изменится ёмкость конденсатора, если площадь пластин увеличить в 3 раза?
8. Как изменится ёмкость, если расстояние между пластинами уменьшить в 2 раза?
9. Зачем в блоках питания ставят электролитические конденсаторы?
10. Три конденсатора по 2 мкФ соединены параллельно. Чему равна их общая ёмкость?

Ключ к опросу

1. Конденсатор – устройство для накопления заряда и энергии электрического поля.
2. Обозначение – C, единица измерения – Фарад (Ф).
3. Эквивалентное расстояние между обкладками увеличивается.
4. Примеры: керамические, электролитические, плёночные, воздушные.

5. Поляризованный конденсатор (например, электролитический) имеет "+" и "-" выводы, применяется в цепях постоянного тока.
6. Фильтрация помех, сглаживание пульсаций, колебательные контуры, времязадающие цепи.
7. Увеличится в 3 раза (ёмкость прямо пропорциональна площади).
8. Увеличится в 2 раза (ёмкость обратно пропорциональна расстоянию).
9. Для сглаживания пульсаций напряжения после выпрямления
10. 6 мкФ (2 + 2 + 2).

Критерии оценки см. к теме 2.1

Самостоятельная работа

Вид задания: выполнение индивидуальных заданий

См. Методические указания по выполнению внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине «Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты»

Практическое занятие № 4 «Изучение систем обозначения, условно-графических обозначений и свойств конденсаторов».

См. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты».

Критерии оценки см. к практической работе № 3.

Тема 3.4 Индуктивности

Устный опрос

1. Что такое индуктивность?
2. В каких единицах измеряется индуктивность?
3. От чего зависит индуктивность катушки?
4. Что такое ЭДС самоиндукции?
5. Как формулируется закон электромагнитной индукции Фарадея?
6. Какой прибор используется для выпрямления переменного тока?
7. В каком режиме работает транзистор в ключевом режиме?
8. Что такое тиристор?
9. Что такое взаимная индуктивность?
10. Почему при размыкании цепи с катушкой возникает искра?

Ключ к опросу

1. Свойство проводника препятствовать изменению тока благодаря ЭДС самоиндукции.

2. Генри (Гн).
3. От числа витков, площади сечения, длины и материала сердечника.
4. ЭДС, возникающая в проводнике при изменении тока в нём.
5. ЭДС индукции пропорциональна скорости изменения магнитного потока.
6. Диодный мост (или выпрямительный диод).
7. В режиме отсечки или насыщения.
8. Полупроводниковый прибор с тремя р-п-переходами, используемый для управления мощными нагрузками
9. Связь между двумя контурами, где изменение тока в одном вызывает ЭДС в другом.
10. Из-за резкого изменения тока и большой ЭДС самоиндукции

Критерии оценки выполнения практической работы:

-оценка **«отлично»** - в ходе выполнения практической работы студент соблюдает порядок выполнения согласно методическим указаниям, проявляет самостоятельность при расшифровке маркировок радиокомпонентов, работе со справочной литературой, умеет ею пользоваться;

- оценка **«хорошо»** — не всегда проявляет самостоятельность при расшифровке маркировок радиокомпонентов, при этом допускает незначительные ошибки, но умеет пользоваться справочной литературой;

- оценка **«удовлетворительно»** - не проявляет самостоятельности при расшифровке маркировок радиокомпонентов, при этом допускает весомые ошибки, умеет пользоваться справочной литературой;

- оценка **«неудовлетворительно»** - не проявляет самостоятельности при выполнении работы, не умеет пользоваться справочной литературой.

Критерии оценки защиты практической работы:

- оценка **«отлично»** выставляется, если даны правильные ответы на все вопросы в пособии по практической работе, правильно и аккуратно оформлен отчет, все маркировки расшифрованы, верно, параметры и характеристики выписаны правильно и полностью, сделаны правильные выводы в конце отчета;

- оценка **«хорошо»**, если даны правильные ответы не на все вопросы в пособии по практической работе, правильно и аккуратно оформлен отчет, все маркировки расшифрованы с незначительными ошибками, параметры и характеристики выписаны не полностью, сделаны выводы в конце отчета по всем предложенным вопросам;

- оценка **«удовлетворительно»**, если даны правильные ответы не на все вопросы в пособии по практической работе, отчет оформлен правильно, все маркировки расшифрованы с весомыми ошибками, параметры и характеристики выписаны не полностью, выводы в конце отчета неполные;

- оценка **«неудовлетворительно»**, если не даны правильные ответы на вопросы в пособии по практической работе, отчет оформлен с ошибками, нет расшифровки маркировок радиокомпонентов, параметры и характеристики не выписаны, выводы в конце отчета не сделаны.

Тема 3.5. Полупроводниковые приборы

Письменный опрос

1. Что такое полупроводник?
2. Какие основные типы проводимости у полупроводников?
3. Что такое р-п-переход?
4. Какое явление происходит при прямом смещении р-п-перехода?
5. Что происходит при обратном смещении р-п-перехода?
6. Как называется прибор на основе р-п-перехода, пропускающий ток только в одном направлении?
7. Какие бывают виды диодов?
8. Для чего используется стабилитрон?
9. Как работает светодиод (LED)?
10. Что такое транзистор?

Ключ к опросу

1. Материал, удельное сопротивление которого находится между проводниками и диэлектриками (например, кремний, германий).
2. Электронная (n-тип) и дырочная (р-тип).
3. Граница между областями полупроводника с р-типом и n-типом проводимости.
4. Ток легко проходит (преобладает диффузионный ток).
5. Ток почти не течёт (преобладает дрейфовый ток неосновных носителей).
6. Диод.
7. Выпрямительные, стабилитроны, светодиоды, фотодиоды и др.
8. Для стабилизации напряжения в обратном смещении.
9. Излучает свет при рекомбинации электронов и дырок в р-п-переходе.
10. Полупроводниковый прибор для усиления и переключения сигналов.

Критерии оценки см. к теме 2.1

Практическое занятие № 5 «Изучение маркировки и типов корпусов полупроводниковых диодов и транзисторов»

См. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты»

Критерии оценки см. к практической работе №5.

Тема 3.6. Трансформаторы

Устный опрос

1. Что такое трансформатор?
2. На каком принципе работает трансформатор?
3. Какие основные части трансформатора?
4. Для чего нужны трансформаторы тока?
5. Что происходит, если трансформатор работает в режиме холостого хода?
6. Как изменится напряжение, если число витков вторичной обмотки увеличить?
7. Какие потери энергии есть в трансформаторе?
8. Что такое КПД трансформатора?
9. Что такое автотрансформатор?
10. Какой ток течёт в первичной обмотке при коротком замыкании вторичной?

Ключ к опросу

1. Устройство для преобразования напряжения и тока переменного сигнала при сохранении частоты.
2. На принципе электромагнитной индукции.
3. Магнитопровод (сердечник), первичная и вторичная обмотки.
4. Для измерения больших токов в цепях высокого напряжения.
5. Ток вторичной обмотки равен нулю, первичная обмотка потребляет малый ток (ток холостого хода).
6. Напряжение увеличится.
7. Потери в меди ($I^2 R$) и в стали (гистерезис, вихревые токи).
8. Отношение полезной мощности на выходе к потребляемой мощности на входе.
9. Трансформатор с одной обмоткой, часть которой является общей для первичной и вторичной цепи.
10. Очень большой (опасный для трансформатора).

Опрос проводится во время занятия, каждый студент отвечает на 3 вопроса.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется, если все ответы полные и содержательные;
- оценка «хорошо» выставляется, если не на все вопросы получены развернутые ответы;
- оценка «удовлетворительно», если студент не ответил на один вопрос из предложенных 3 вопросов,
- оценка «неудовлетворительно» - во всех остальных случаях.

Практическая работа №1

«Расчет низковольтного трансформатора»

Критерии оценки

наблюдения за ходом выполнения практической работы:

- оценка «отлично» - в ходе выполнения практической работы студент соблюдает порядок выполнения согласно описанию, проявляет самостоятельность при выполнении расчетов, умеет пользоваться справочной литературой;
- оценка «хорошо» – не всегда проявляет самостоятельность при выполнении расчетов, расчеты выполняет с незначительными математическими ошибками, но умеет пользоваться справочной литературой;
- оценка «удовлетворительно» - не проявляет самостоятельности при выполнении работы, при расчетах допускает ошибки в единицах измерения физических единиц, умеет пользоваться справочниками;
- оценка «неудовлетворительно» - не проявляет самостоятельности при выполнении работы, не умеет пользоваться справочной литературой.

Критерии оценки защиты практической работы:

- оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы на все вопросы в пособии по практической работе, правильно оформлен отчет, все расчеты выполнены без ошибок, сделаны правильные выводы в конце отчета;
- оценка «хорошо», если даны правильные ответы не на все вопросы в пособии по практической работе, правильно оформлен отчет, расчеты выполнены с небольшими математическими ошибками, не сделаны выводы в конце отчета по всем предложенным вопросам;
- оценка «удовлетворительно», если даны правильные ответы не на все вопросы в пособии по практической работе, отчет оформлен правильно, расчеты сделаны с грубыми математическими ошибками, выводы в конце отчета неполные;
- оценка «неудовлетворительно», если не даны правильные ответы на вопросы в пособии по практической работе, отчет оформлен с ошибками, расчеты не сделаны, выводы в конце отчета не сделаны.

4. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ

4.1. Назначение

Контрольно-измерительные материалы (КИМ) - максимально однородные по содержанию и сложности материалы, обеспечивающие стандартизированную оценку учебных достижений, позволяющие установить соответствие уровня подготовки обучающихся требованиям к уровню подготовки, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

4.2. Форма и условия контроля

Контроль остаточных знаний по учебной дисциплине проводится в форме тестирования с использованием контрольно-измерительных материалов.

Тестирование по учебной дисциплине ОП.06 «Материаловедение, электро-радиоматериалы и радиокомпоненты» проводится с использованием локальной тестовой оболочки колледжа в компьютерном классе (или с использованием специализированных сервисов, например, Google-формы и др.), в которых баллы формируются автоматически и переводятся в систему оценок преподавателем в соответствии с утвержденной шкалой оценивания.

Содержание КИМ целостно отражает объем проверяемых знаний, умений, компетенций, освоенных обучающимися при изучении дисциплины.

При тестировании на компьютере – определяется по одному обучающемуся за персональным компьютером. Для тестовых заданий устанавливается время от 1 до 2 минут на каждый вопрос в зависимости от сложности заданий. Студентам предлагается индивидуальный вариант, содержащий 30 тестовых заданий.

4.3. Необходимые ресурсы

ПК,

4.4. Время проведения контроля остаточных знаний

На проведение тестирования отводится не более 60 минут.

4.5. Оценочные средства

Критерии оценки см. к теме .1.1.

4.6. Тестирование

1. Какой из перечисленных материалов относится к проводниковым?

- a) Полиэтилен
- b) Алюминий
- c) Фарфор
- d) Стеклотекстолит

2. Что характеризует удельное сопротивление материала?

- a) Способность проводить магнитный поток
- b) Способность проводить электрический ток
- c) Способность накапливать заряд
- d) Способность отражать свет

3. Какой материал используется для изготовления постоянных магнитов?

- a) Медь
- b) Алюминий
- c) Железо
- d) Углеродное волокно

4. Что такое диэлектрические потери?

- a) Потери энергии в диэлектрике в виде тепла
- b) Потери магнитных свойств материала
- c) Уменьшение проводимости материала со временем
- d) Разрушение диэлектрика под действием влаги

5. Какой параметр характеризует магнитную проницаемость материала?

- a) Отношение индукции к напряженности магнитного поля
- b) Сопротивление материала переменному току
- c) Способность материала намагничиваться
- d) Температурный коэффициент сопротивления

6. Что такое пьезоэлектрический эффект?

- a) Генерация тока при нагреве материала
- b) Возникновение ЭДС при механической деформации
- c) Изменение сопротивления под действием света
- d) Намагничивание материала в электрическом поле

7. Какой материал является полупроводником?

- a) Золото
- b) Германий
- c) Поливинилхлорид
- d) Фторопласт

8. Для чего применяется феррит?

- a) В качестве изолятора в высоковольтных линиях
- b) В сердечниках высокочастотных трансформаторов
- c) В качестве проводника в микросхемах
- d) Для изготовления корпусов радиодеталей

9. Что такое температурный коэффициент сопротивления (ТКС)?

- a) Изменение сопротивления при изменении температуры
- b) Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры
- c) Потери энергии в материале при нагреве
- d) Изменение магнитных свойств при охлаждении

10. Какой материал используется для изготовления резисторов?

- a) Графит
- b) Серебро
- c) Никелин
- d) Олово

11. Что такое сверхпроводимость?

- a) Резкое падение сопротивления при критической температуре
- b) Увеличение проводимости под действием света
- c) Появление магнитных свойств при охлаждении
- d) Нулевая диэлектрическая проницаемость

12. Какой материал применяется в термопарах?

- a) Константан
- b) Алюминий
- c) Латунь
- d) Нихром

13. Что характеризует тангенс угла диэлектрических потерь?

- a) Энергетические потери в диэлектрике
- b) Магнитную проницаемость
- c) Электрическую прочность
- d) Теплопроводность

14. Какой из перечисленных материалов является сегнетоэлектриком?

- a) Кварц
- b) Титан бария
- c) Кремний
- d) Феррит

15. Что такое электроизоляционные материалы?

- a) Материалы с высокой проводимостью
- b) Материалы, препятствующие прохождению тока
- c) Материалы с высокой магнитной проницаемостью
- d) Материалы, изменяющие сопротивление под действием света

16. Какой параметр определяет электрическую прочность диэлектрика?

- a) Напряжение пробоя
- b) Тангенс угла потерь
- c) Удельное сопротивление
- d) Диэлектрическая проницаемость

17. Какой материал используется в конденсаторах с высокой диэлектрической проницаемостью?

- a) Слюда
- b) Керамика на основе титаната бария
- c) Фторопласт
- d) Бумага

18. Что такое магнитострикция?

- a) Изменение размеров материала в магнитном поле
- b) Нагрев проводника при протекании тока
- c) Появление ЭДС при освещении
- d) Изменение цвета материала под действием тока

19. Какой материал используется для изготовления обмоток трансформаторов?

- a) Медная проволока
- b) Алюминиевая фольга
- c) Нихромовая лента
- d) Вольфрамовая нить

20. Что такое эффект Холла?

- a) Возникновение поперечной разности потенциалов в проводнике с током в магнитном поле
- b) Нагрев проводника при прохождении тока
- c) Изменение сопротивления под действием света
- d) Генерация тока при механическом воздействии

Ключ к тесту

№ Вопроса	Правильный ответ	№ Вопроса	Правильный ответ
1	b	16	a
2	b	17	b
3	b	18	a
4	a	19	a
5	a	20	a
6	b		
7	b		
8	b		
9	a		
10	c		
11	a		
12	a		

13	a		
14	b		
15	b		

4.7. Дифференцированный зачет

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Какие основные группы электротехнических материалов вы знаете?
2. Назовите основные свойства проводниковых материалов.
3. Как температура влияет на удельное сопротивление проводников?
4. Какие медные сплавы применяются в электротехнике и почему?
5. Что такое сверхпроводимость и где она применяется?
6. Какие материалы относятся к полупроводникам? Приведите примеры.
7. Чем отличаются собственные и примесные полупроводники?
8. Объясните принцип работы р-п-перехода.
9. Назовите основные виды диэлектриков и их характеристики.
10. Что такое поляризация диэлектриков и какие виды существуют?
11. Какие виды пробоя диэлектриков вы знаете?
12. Как классифицируются магнитные материалы?
13. Каковы основные свойства ферромагнетиков?
14. Чем отличаются магнитомягкие и магнитотвёрдые материалы?
15. Какие бывают резисторы по материалу и назначению?
16. Как классифицируются конденсаторы по типу диэлектрика?
17. Какие материалы используются в сердечниках индуктивных элементов?
18. Какие полупроводниковые приборы вы знаете?
19. Чем отличается биполярный транзистор от полевого?
20. Каковы основные параметры транзисторов?

Ключ к вопросам дифференцированного зачета

1. Проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические, магнитные.
2. Высокая электропроводность, низкое удельное сопротивление, пластичность.
3. С повышением температуры сопротивление проводников увеличивается.
4. Латунь, бронза – высокая проводимость, коррозионная стойкость.
5. Свойство нулевого сопротивления при критической температуре; применяется в МРТ, ускорителях частиц.
6. Кремний, германий, арсенид галлия; используются в диодах, транзисторах.
7. Собственные – чистые полупроводники, примесные – с добавлением легирующих элементов.
8. Область контакта р- и п-типа, создаёт потенциальный барьер, выпрямляет

ток.

9. Газообразные, жидкие, твёрдые; характеризуются диэлектрической проницаемостью, пробивным напряжением.

10. Смещение зарядов в диэлектрике под действием поля; виды: электронная, ионная, дипольная.

11. Тепловой, электрический, электрохимический; предотвращение – выбор материала, охлаждение.

12. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, ферримагнетики.

13. Высокая магнитная проницаемость, гистерезис; применяются в трансформаторах, сердечниках.

14. Магнитомягкие – легко намагничиваются и размагничиваются; магнитотвёрдые – сохраняют намагниченность.

15. Углеродные, металлоплёночные, проволочные; постоянные и переменные.

16. Керамические, плёночные, электролитические, слюдяные.

17. Ферриты, пермаллой, электротехническая сталь.

18. Диоды, транзисторы, тиристоры, оптоэлектронные приборы.

19. Биполярные – управляются током, полевые – напряжением.

20. Коэффициент усиления, граничная частота, мощность.

Список используемой литературы

1. **Гуреев А.А., Козлов В.В.** Материаловедение в электронике и радиотехнике. — М.: Техносфера, 2021.
2. **Иванов В.И., Петров К.С.** Электрорадиоматериалы: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2020.
3. **Сидоров А.Н., Трофимов Д.А.** Современные радиокомпоненты: теория и практика. — М.: Радио и связь, 2019.
4. **Козлов Д.В., Морозов А.А.** Материалы и компоненты электронных устройств. — М.: Солон-Пресс, 2020.
5. **Лачин В.И., Савелов Н.С.** Электрорадиоматериалы и компоненты: учебное пособие. — Ростов н/Д: Феникс, 2022.
6. **Бессонов А.С.** Современные материалы в электронике: учебник для вузов. — М.: Эксмо, 2021.
7. **Тугов Н.М., Глебов Б.А.** Материаловедение в радиотехнике: учебник для вузов. — М.: Лань, 2020.
8. **Шишкин Г.Г.** Радиокомпоненты и их применение: практикум. — М.: ДМК Пресс, 2019.
9. **Григорьев В.П.** Электронные материалы и компоненты: учебник для вузов. — М.: Инфра-М, 2021.
10. **Петров К.С., Кузнецов А.В.** Нанотехнологии в электронике и радиотехнике. — М.: Техносфера, 2022.