



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ***

Направление подготовки (специальность)  
11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Интернет вещей в промышленной электронике

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

25.01.2024 г., протокол № 6

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель \_\_\_\_\_ В.Р. Храпшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭиМЭ, канд. техн. наук \_\_\_\_\_ С.А. Евдокимов

Рецензент:

Директор ЦС ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг", канд. техн. наук \_\_\_\_\_ Е.С. Суспицын

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины (модуля) материалы и элементы электронной техники являются: приобретение студентом способностей использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием; выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники; учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и нанoeлектроники.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Материалы и элементы электронной техники входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Введение в направление

Информатика и информационные технологии

Учебная - ознакомительная практика

Физические основы электроники

Элементы цифровой и аналоговой техники

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

Физика конденсированного состояния

Физические основы электроники

Электрические машины

Элементы цифровой техники

Микропроцессоры

Нанoeлектроника

Электронные промышленные устройства

Энергетическая электроника

Магнитные элементы электронных устройств

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Материалы и элементы электронной техники» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений
ПК-1.1	Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной

	схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств
ПК-1.2	Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	
ОПК-1.1:	Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера
ОПК-1.2:	Использует знания физики и математики при решении практических задач

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 17,3 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение								
Цели и задачи курса, его место в ряду других дисциплин и его роль в формировании инженера электронной техники. Роль материалов и материаловедения в развитии электронных и микроэлектронных приборов. Основные понятия и определения. Классификация материалов и элементов. Значение электрических, магнитных, тепловых, механических и других свойств материалов и компонентов при создании высококачественной электронной аппаратуры.	4	5			2,2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		5			2,2			
2. Проводниковые и резистивные материалы								

<p>Определение и классификация проводников. Свойства проводни-ков. Их структура. Материалы высокой проводимости. Тугоплавкие и благородные металлы. Сплавы высокого сопротивления. Изделия из металлических проводников. Резистивные материалы, требования, предъявляемые к ним, классификация и характеристики. Классификация резисторов, типы и параметры. Припой и флюсы, их назначение и классификация.</p>	4	8	5		6,1	<p>Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы. Выполнение задания и оформление лабораторной работы.</p>	<p>Выполнение и защита лабораторной работы. Текущий контроль успеваемости.</p>	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		8	5		6,1			
3. Диэлектрики и материалы для конденсаторов								
<p>Физические процессы в диэлектриках и их свойства. Параметры поляризации и их зависимость от температуры и частоты. Классификация конденсаторов, основные параметры и характеристики, конструктивные особенности и область применения. Конденсаторы интегральных микросхем и микросборок.</p>	4	7	4		3	<p>Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы. Выполнение задания и оформление лабораторной работы.</p>	<p>Выполнение и защита лабораторной работы. Текущий контроль успеваемости.</p>	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		7	4		3			
4. Полупроводниковые материалы								

<p>Физические процессы в полупроводниках, свойства и характеристики полупроводниковых материалов.</p> <p>Собственные и примесные полупроводники, основные и не основные носители заряда.</p> <p>Температурная зависимость удельного сопротивления полупроводников.</p> <p>Классификация полупроводниковых материалов. Простые полупроводники: германий, кремний. Их свойства, технология получения монокристаллического кремния.</p> <p>Сложные полупроводники. Стеклообразные и аморфные полупроводники. Методы получения гидрогенизированного аморфного кремния, область применения.</p>	4	7	4		3	<p>Чтение лекций, просмотр презентаций.</p> <p>Чтение дополнительной литературы.</p> <p>Выполнение задания и оформление лабораторной работы.</p>	<p>Текущий контроль успеваемости. Выполнение и защита лабораторной работы.</p>	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		7	4		3			
5. Магнитные материалы								



<p>Физические процессоры в магнитных материалах и их свойствах. Классификация веществ по магнитным свойствам. Статистические и динамические характеристики магнитных материалов. Методы снятия характеристик магнитных материалов. Виды магнитных материалов и область их применения. Компоненты электронных цепей с магнитными материалами. Силовые и согласующие трансформаторы. Катушки индуктивности и дроссели. Конструкции магнитных сердечников, их параметры и характеристики, расчет электромагнитных устройств. Магнитные ленты и диски, их использование в качестве носителей информации. Методы получения магнитных кристаллов и пленок.</p>	4	7	4		3	<p>Выполнение задания и оформление лабораторной работы. Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.</p>	<p>Выполнение и защита лабораторной работы. Текущий контроль успеваемости.</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2</p>
Итого по разделу		7	4		3			
Заключение								
Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	4					Подготовка к экзамену	Итоговая аттестация: экзамен	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу								
Итого за семестр		34	17		17,3		экзамен	
Итого по дисциплине		34	17		17,3		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Проведение лекционных занятий по дисциплине рекомендуется сопровождать с использованием мультимедийных презентаций, включающих в себя слайды различных схем, фотографий изделий, иллюстраций технологических процессов производств материалов и элементов электронной техники. Презентации способствуют структурированию лекций, экономии лекционного времени, затрачиваемого на построение схем и графиков на доске. Высвобожденное таким образом время целесообразно использовать для диалогового общения с группами студентов, включать в лекционные часы элементы практических занятий, проводить небольшие опросы с целью поддержания работоспособности студентов в течении всего курса.

На лекционные занятия приглашаются представители компаний, осуществляющих сервисное обслуживание электронного оборудования на ОАО «ММК». В ходе данных встреч заостряется внимание студентов на высокой ответственности инженеров - электроников в технологическом процессе металлургического предприятия, на важности правильного выбора изделий электронной техники и материалов, применяемых в специализированном оборудовании металлургических агрегатов.

При проведении лабораторного практикума необходимо создать условия для самостоятельной работы каждого студента, показать студентам важность оформления полученных результатов работ в соответствии с ГОСТ и СТП предприятия.

Поэтому проведение лабораторных работ разделяется на следующие этапы:

1. Усвоение студентом целей и задач лабораторной работы, хода выполнения работы, приборов и элементов изучаемых в данной лабораторной работе. Данный этап работы каждый студент выполняет самостоятельно. Результатом самостоятельной работы является шаблон отчета выполнения работы, выполненный в электронном виде.

2. Перед выполнением работы преподаватель проверяет соответствие оформления шаблона отчета лабораторной работы на соответствие СТП и ГОСТ. Бегло проверяет у студентов глубину усвоения целей и задач лабораторной работы и хода выполнения работ. По результатам опроса студент может быть не допущен до выполнения лабораторной работы.

3. Выполнение студентами лабораторной работы. При выполнении лабораторных работ рекомендуются имитации нештатных ситуаций (намеренный выход из строя отдельных элементов схемы, например по превышению выделяемой мощности, измерение емкостей и индуктивностей номиналы которых заведомо не входят в диапазоны измерений приборов). Преодоление нештатных ситуаций формируют у студентов самостоятельность, стимулируют более глубокое усвоение материала.

4. Оформление отчета о выполнении лабораторной работы.

5. Защита результатов выполнения лабораторной работы. Защита лабораторной работы проводится индивидуально с каждым студентом в виде диалога. В ходе беседы обсуждаются результаты экспериментов, преподавателем задаются контрольные вопросы с целью выяснения глубины знаний студента по данному разделу, при этом пробелы в знаниях студента восполняются дополнительными пояснениями, комментариями преподавателя.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики: учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-2003-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67462>

2. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: учебное пособие / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-2002-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71735>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Ансельм, А. И. Введение в теорию полупроводников: учебное пособие / А. И. Ансельм. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-0762-0. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71742>

2. Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3986-7. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/113943>

3. Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие: учебное пособие / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2088-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93585>

4. Александров, С. Е. Технология полупроводниковых материалов : учебное пособие / С. Е. Александров, Ф. Ф. Греков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1290-7. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3554>

5. Смирнов, Ю. А. Основы нано- и функциональной электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1378-2. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5855>

6. Дудкин, А. Н. Электротехническое материаловедение: учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. Ким. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2275-3. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96677>

### **в) Методические указания:**

1. Суспицын, Е.С. Исследование материалов и элементов электронной техники средствами платформы NI ELVIS II [текст]: лабораторный практикум по дисциплине «Материалы и элементы электронной техники» для студентов направления 210100, специальности 210106 / Суспицын Е.С., Швидченко Д.В., Красильников С.С., Швидченко Н.В.; Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно
NI Developer Suite	К-118-08 от 20.10.2008	бессрочно
MS Visual Studio Code	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Adobe Reader	свободно	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Для чтения лекций - помещение и технические средства для демонстрации примеров и способов проектирования, видео фильмов и презентаций: лекционная ауд. 458.

Оснащение аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащение аудитории:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации.

- лабораторный практикум выполняется на базе платформы National Instruments ElvisII со специализированным программным обеспечением виртуальных измерительных приборов NI ELVISmx.

3. Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВО «МГТУ» и специализированная ауд.373.

Оснащение аудитории:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

- персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области материалов и элементов электронной техники Multisim 11.1(EWB 5.12).

## Приложение 1.

### «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

Раздел дисциплины	<i>Виды самостоятельной работы</i>	Кол-во часов	Формы контроля
1. Раздел 1. Введение		<b>8</b>	Защита лабораторной работы №1.
1.1. Цели и задачи курса, его место в ряду других дисциплин и его роль в формировании инженера электронной техники.		1	
1.2. Роль материалов и материаловедения в развитии электронных и микроэлектронных приборов.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	1	
1.3. Основные понятия и определения.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
1.4. Классификация материалов и элементов электронной техники.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
1.5. Значение электрических, магнитных, тепловых, механических и других свойств материалов и компонентов при создании высококачественной электронной аппаратуры.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
2. Раздел 2. Проводниковые и резистивные материалы		<b>12</b>	Защита лабораторной работы №2
2.1. Определение и классификация проводников. Свойства проводников. Их структура	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
2.2. Материалы высокой проводимости. Тугоплавкие и	Чтение лекций, просмотр	3	

благородные металлы. Сплавы высокого сопротивления.	презентаций. Чтение дополнительной литературы.		
2.3. Изделия из металлических проводников.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
2.4. Резистивные материалы, требования, предъявляемые к ним, классификация и характеристики Классификация резисторов, типы и параметры.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	3	
2.5. Припой и флюсы, их назначение и классификация.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
3. Раздел 3. Диэлектрики и материалы для конденсаторов		<b>12</b>	Защита лабораторной работы №3.
3.1. Физические процессы в диэлектриках и их свойства. Параметры поляризации и их зависимость от температуры и частоты	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	4	
3.2. Классификация конденсаторов, основные параметры и характеристики, конструктивные особенности и область применения.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	4	
3.3. Конденсаторы интегральных микросхем и микросборок.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	4	
4. Раздел 4. Полупроводниковые материалы		<b>12</b>	Защита лабораторной работы №4.
4.1. Физические процессы в полупроводниках, свойства и характеристики полупроводниковых материалов..	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
4.2. Собственные и примесные полупроводники, основные и не основные носители заряда. Температурная зависимость удельного сопротивления полупроводников	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	4	
4.3. Классификация полупроводниковых материалов. Простые полупроводники: германий, кремний. Их свойства, технология получения монокристаллического кремния.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	4	

4.4 Сложные полупроводники. Стеклообразные и аморфные полупроводники. Методы получения гидрогенизированного аморфного кремния, область применения.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
5. Раздел 5. Магнитные материалы		<b>9,3</b>	Защита лабораторной работы №5
5.1. Физические процессоры в магнитных материалах и их свойствах. Классификация веществ по магнитным свойствам. Статистические и динамические характеристики магнитных материалов.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
5.2. Методы снятия характеристик магнитных материалов. Виды магнитных материалов и область их применения.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2,3	
5.3. Компоненты электронных цепей с магнитными материалами. Силовые и согласующие трансформаторы. Катушки индуктивности и дроссели. Конструкции магнитных сердечников, их параметры и характеристики, расчет электромагнитных устройств.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
5.4 Магнитные ленты и диски, их использование в качестве носителей информации.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
5.5. Методы получения магнитных кристаллов и пленок.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	1	
6. Экзамен		<b>35,7</b>	Экзамен

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и проводится в форме экзамена.

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1	Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений.	
ПК-1.1	Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств.	<p><b>Перечень теоретических вопросов для подготовки к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация полупроводниковых материалов.</li> <li>2. Что такое полупроводник n-типа.</li> <li>3. Простые полупроводники: германий, кремний. Их свойства, технология получения монокристаллического кремния.</li> <li>4. Что такое ток дрейфа и ток диффузии в p-n переходе?</li> <li>5. Влияние дефектов структуры и примесей на удельное сопротивления металлов.</li> <li>6. Электропроводность металлов. Виды электропроводности.</li> <li>7. Сложные полупроводники. Стеклообразные и аморфные полупроводники.</li> <li>8. Тугоплавкие и благородные металлы, их применения в электронике и микроэлектронике.</li> <li>9. Классификация веществ по магнитным свойствам.</li> <li>10. Изделия из металлических проводников. Намоточные, монтажные и силовые провода и кабели.</li> <li>11. Физические процессы в магнитных материалах и их свойства.</li> <li>12. Сплавы высокого сопротивления, их параметры и характеристики.</li> <li>13. Виды магнитных материалов и область их применения.</li> <li>14. Классификация резисторов, типы и параметры. Ряд номиналов и его связь с доступом на основной параметр.</li> <li>15. Силовые трансформаторы.</li> </ol>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>16. Температурные и мощностные параметры резисторов, собственные шумы резисторов.</p> <p>17. Строение сердечников индуктивностей, дросселей.</p> <p>18. Схема замещения резистора в электронных устройствах.</p> <p>19. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.</p> <p>20. Переменные резисторы, их конструктивные особенности, схемы включения.</p> <p>21. Тангенс диэлектрических потерь. Зависимость потерь в диэлектрике</p> <p>22. Припои и флюсы, их назначение и классификация, особенности их применения.</p> <p>23. Компоненты электронных цепей с магнитными материалами.</p> <p>24. Физические основы поляризации диэлектриков.</p> <p>25. Силовые провода и кабели.</p> <p>26. Параметры поляризации и их зависимость от температуры и частоты.</p> <p>27. Электропроводность диэлектриков, потери диэлектриков и их пробой.</p> <p>28. Классификация конденсаторов, основные параметры и характеристики, конструктивные особенности и область применения.</p> <p>29. Схема замещения конденсатора.</p> <p>30. Полярные конденсаторы. Способы повышения удельной емкости.</p> <p>31. Что такое полупроводник i-типа?</p> <p>32. Материалы для печатных плат, требования, предъявляемых к ним. Однослойные и многослойные печатные платы.</p> <p>33. Активные диэлектрики.</p> <p>34. Физические процессы в полупроводниках, свойства и характеристики полупроводниковых материалов.</p> <p>35. Температурная зависимость удельного сопротивления полупроводников.</p> <p>36. Скинэффект в проводниках.</p> <p><b>Перечень практических вопросов для подготовки к экзамену:</b>  <b>Вариант 1</b></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>1. На вход выпрямительного диодного моста подано напряжение <math>U = 5 \cdot \sin(15 \cdot t)</math> нарисовать выходное напряжение.</p> <p>Вариант 2</p> <p>1. Схема стабилизации напряжения <math>U = 10 \pm 0,5</math> до <math>U = 10</math> при помощи стабилитрона.</p> <p>Вариант 3</p> <p>1. Диод последовательно с резистором подключен на источник напряжения <math>U = 5 \cdot \sin(15 \cdot t)</math>. Нарисовать осциллограмму напряжения резистора.</p> <p>Вариант 4</p> <p>1. Стабилитрон последовательно с резистором подключен на источник напряжения <math>U = 5 \cdot \sin(15 \cdot t)</math>. Нарисовать осциллограмму напряжения резистора. Упр стабилитрона=4,8 В.</p> <p>Вариант 5</p> <p>1. На вход выпрямительного моста из светодиодов подано напряжение <math>U = 5 \cdot \sin(15 \cdot t)</math> нарисовать выходное напряжение.</p> <p>Вариант 6</p> <p>1. Достоинство и недостатки варикапа по сравнению с конденсаторами.</p> <p>Вариант 8</p> <p>1. Возможно ли применять биполярный транзистор как управляемое сопротивление?</p> <p>Вариант 9</p> <p>1. Что такое чистота полупроводника? Почему в интегральных микросхемах этот параметр особенно важен?</p> <p>Вариант 10</p> <p>1. За счет какой мощности происходит усиление мощности полезного сигнала при помощи транзистора?</p> <p>Вариант 11</p> <p>1. Почему при подачи прямоугольных импульсов на транзистор выходное напряжение не будет ступенчатым?</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Вариант 12</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каково сопротивление Э – К?</li> </ol> <p>Вариант 13</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Почему сопротивление р-п перехода при прямом смещении меньше, чем при обратном.</li> </ol> <p>Вариант 14</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое мощность транзистора?</li> </ol>
ПК-1.2	<p>Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам.</p>	<p><b>Вопросы для защиты лабораторных работ:</b></p> <p>Вариант 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Материалы электронной техники делятся на электротехнические и конструкционные (специальные). Критерии классификации, примеры.</li> <li>2. Как вы считаете, почему в высокочастотных кабелях применяется медь, а не другой металл?</li> </ol> <p>Вариант 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отличительные черты проводников, полупроводников и диэлектриков.</li> <li>2. Ряды резисторов.</li> </ol> <p>Вариант 3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды химических связей. Вещества с какими типами связей относятся к проводникам, диэлектрикам, полупроводникам? Чем это можно объяснить?</li> <li>2. Можно ли применить дифференциальное включение сопротивления для регулирования тока в цепи?</li> </ol> <p>Вариант 4</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Типы электропроводности. Механизмы электропроводности.</li> <li>2. Назначение оплетки кабеля.</li> </ol> <p>Вариант 5</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников</li> <li>2. Выбор мощности резистора.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Вариант 6</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Влияние примесей на удельное сопротивление металлов. Правило Маттисена.</li><li>2. Необходимо соединить алюминиевый и медный провод. Как это сделать?</li></ol> <p>Вариант 8</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Скинэффект в проводниках</li><li>2. С ростом температуры удельная электропроводность большинства веществ растет. Как это можно объяснить?</li></ol> <p>Вариант 9</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cu. Виды, свойства, применение. Ограничения в сфере применения.</li><li>2. Как вы считаете, сопротивление какого резистора на высоких частотах будет выше, тонкопленочного или проволочного?</li></ol> <p>Вариант 10</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Al. Виды, свойства, применение. Ограничения в сфере применения.</li><li>2. Протекает ли электрический ток в изоляции высокочастотных кабелей?</li></ol> <p>Вариант 11</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Бронзы и латунь. Виды, свойства, применение. Ограничения в сфере применения.</li><li>2. Почему в электролампах используют инертные газы?</li></ol> <p>Вариант 12</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Тугоплавкие металлы. Виды, свойства, применение. Ограничения в сфере применения.</li><li>2. Почему у металлов наблюдается эффект сверхпроводимости при низких температурах?</li></ol> <p>Вариант 13</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>1. Благородные металлы. Виды, свойства, применение. Ограничения в сфере применения.</p> <p>2. Зачем нужны подстроечные резисторы? Можно ли вместо них применять переменные?</p> <p>Вариант 14</p> <p>1. Резистивные материалы на основе кремния. Композиционные материалы.</p> <p>2. Припой и флюсы. Назначение, область применения достоинства и недостатки.</p> <p style="text-align: center;"><b>Пример тестов «Полупроводники»</b></p> <p><b>1. Зона проводимости в полупроводниках лежит</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● выше валентной зоны и выше запрещенной зоны</li> <li>○ ниже валентной зоны, но выше запрещенной зоны</li> <li>○ выше валентной зоны, но ниже запрещенной зоны</li> <li>○ ниже валентной зоны и ниже запрещенной зоны</li> </ul> <p><b>2. Запрещенная зона в полупроводниках лежит</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ниже валентной зоны и ниже зоны проводимости</li> <li>○ выше валентной зоны и выше зоны проводимости</li> <li>○ ниже валентной зоны, но выше зоны проводимости</li> <li>● выше валентной зоны, но ниже зоны проводимости</li> </ul> <p><b>3. Валентная зона в полупроводниках лежит</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ниже зоны проводимости и ниже запрещенной зоны</li> <li>○ ниже зоны проводимости, но выше запрещенной зоны</li> <li>○ выше зоны проводимости и выше запрещенной зоны</li> <li>○ выше зоны проводимости, но ниже запрещенной зоны</li> </ul> <p><b>4. Уровень Ферми в полупроводниках лежит</b></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> в зоне проводимости</li> <li><input checked="" type="radio"/> в запрещенной зоне</li> <li><input type="radio"/> в валентной зоне</li> <li><input type="radio"/> в разрешенной зоне</li> </ul>
<p>ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</p>		
ОПК-1.1:	<p>Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера</p>	<p><b>Перечень практических вопросов для подготовки к экзамену:</b></p> <p>Вариант 15</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что произойдет, если на два последовательно включенных стабилитрона с <math>U_{пр}=5 В</math> подать напряжение <math>U=8В</math>?</li> </ol> <p>Вариант 16</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарисовать ВАХ полевого транзистора при проводимости р типа. Выбрать точку работы в режиме усиления.</li> </ol> <p>Вариант 17</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Можно ли применять транзистор КП919В для усиления полезного сигнала частотой 25 МГц? Почему?</li> </ol> <p>Вариант 18</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Транзистор КТ315А. Описать его основные электрические свойства.</li> </ol> <p>Вариант 19</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Можно ли применять транзистор ГТ719В для усиления полезного сигнала частотой 25 МГц? Почему?.</li> </ol> <p>Вариант 20</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарисовать ВАХ n-p-n транзистора. Выбрать точки работы в режиме усиления.</li> </ol> <p>Вариант 21</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарисовать ВАХ n-p-n транзистора. Выбрать точки работы в режиме отсечки.</li> </ol> <p>Вариант 22</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>1. Нарисовать ВАХ р-п-р транзистора. Выбрать точки работы в режиме насыщения.</p> <p>Вариант 23</p> <p>1. Нарисовать ВАХ МОП транзистора при проводимости n типа. Выбрать точку работы в режиме отсечки.</p> <p>Вариант 24</p> <p>1. Принцип действия полевого транзистора с изолированным затвором.</p> <p>Вариант 25</p> <p>Зачем необходима подложка у полевого транзистора с изолированным затвором?</p>
ОПК-1.2:	Использует знания физики и математики при решении практических задач	<p><b>Вопросы для защиты лабораторных работ:</b></p> <p>Вариант 15</p> <p>1. Углеродистые материалы 2. Зачем резистивный элемент некоторых резисторов помещается в вакуумную среду?</p> <p>Вариант 16</p> <p>1. Классификация резисторов по назначению 2. Как паять алюминий ?</p> <p>Вариант 17</p> <p>1. Классификация резисторов по материалу резистивного элемента 2. Почему ножки микросхем покрывают золотом?</p> <p>Вариант 18</p> <p>1. Классификация резисторов по конструктивному исполнению 2. Что такое допуск омического сопротивления резистора?</p> <p>Вариант 19</p> <p>1. Номинальная мощность резистора, номинальное сопротивление 2. У какого переменного резистора шумов скольжения будут больше, у проволочного или пленочного резистора из окиси железа?</p> <p>Вариант 20</p> <p>1. Шумы резисторов</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>2. Почему телевизионный кабель коаксиальный, а телефонный плоский?</p> <p>Вариант 21</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схемы включения переменных резисторов. Назначение.</li> <li>2. Почему применяется цветовая маркировка?</li> </ol> <p>Вариант 22</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Радиочастотные кабели</li> <li>2. Можно ли передавать телепередачу по алюминиевому силовому кабелю?</li> </ol> <p>Вариант 23</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кабели высокочастотной связи</li> <li>2. Каков спектр частот у шумов скольжения?</li> </ol> <p>Вариант 24</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Припой</li> <li>2. Как вы считаете, с ростом частоты удельное сопротивление керметиков увеличивается или уменьшается?</li> </ol> <p>Вариант 25</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Флюсы</li> <li>2. Можно ли применять резисторы большей мощности, чем расчетная? Почему этого не делают?</li> </ol> <p><b>Примеры тестовых заданий:</b></p> <p><i>Пример тестов «Свойства материалов»</i></p> <p><b>5. Деление материалов на проводники, полупроводники и диэлектрики производится по воздействию на них</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Электрического поля</li> <li>○ Магнитного поля</li> <li>○ Электрического и магнитного полей</li> <li>○ Гравитационного поля</li> </ul> <p><b>6. Деление материалов на парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики и ферримагнетики производится по воздействию на них</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Электрического поля</li> <li>● Магнитного поля</li> <li>○ Электрического и магнитного полей</li> </ul>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Гравитационного поля</li> <li><b>7. Материалы, состоящие из одинаковых кристаллических ячеек, расположенных в правильном порядке называют</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Монокристаллы</li> <li>○ Поликристаллы</li> <li>○ Аморфные</li> <li>○ Смешанные</li> </ul> </li> <li><b>8. Материалы, состоящие из большого числа мелких кристалликов, хаотически ориентированных в разных направлениях, называют</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Монокристаллы</li> <li>● Поликристаллы</li> <li>○ Аморфные</li> <li>○ Смешанные</li> </ul> </li> <li><b>9. Материалы, характеризующиеся хаотическим расположением атомов или ионов, называют</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Монокристаллы</li> <li>○ Поликристаллы</li> <li>● Аморфные</li> <li>○ Смешанные</li> </ul> </li> </ul>

### **Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Материалы и элементы электронной техники» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

#### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся

испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.