



УТВЕРЖДЕНО:
Ученым советом Института сервисных
технологий
Протокол № 5 от «27» января 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

***ОП.В.04 Материаловедение, электрорадиоматериалы и
радиокомпоненты***

**основной профессиональной образовательной программы среднего
профессионального образования – программы подготовки специалистов среднего
звена**

по специальности: *11.02.17 Разработка электронных устройств и систем*

Квалификация: *техник*

год начала подготовки:2023

Разработчики:

должность	ученая степень и звание, ФИО
<i>преподаватель</i>	<i>Голубцов А.С.</i>

Рабочая программа согласована и одобрена руководителем ППСЗ:

должность	ученая степень и звание, ФИО
<i>преподаватель</i>	<i>Голубцов А.С.</i>



СОДЕРЖАНИЕ

- 1 Общая характеристика рабочей программы дисциплины**
- 2 Структура и содержание учебной дисциплины**
- 3 Методические указания по проведению практических занятий и самостоятельной работе**
- 4 Фонд оценочных средств дисциплины**
- 5 Условия реализации программы дисциплины**
- 6 Информационное обеспечение реализации программы**



1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «ОП.В.04 Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты»

(наименование дисциплины)

1.1 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:

Учебная дисциплина «ОП.В.04 Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты» входит в состав вариативной части **обще профессионального цикла** основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 11.02.17 Разработка электронных устройств и систем.

Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК, ПК: ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК.1.2, ПК.2.1, ПК.2.2, и формировании личностных результатов: Л1-Л8, Л13-Л28.

1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01 ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28	выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения в радиоэлектронных устройствах; подбирать по справочным материалам радиокомпоненты для электронных устройств.	особенности физических явлений в электрорадиоматериалах; параметры и характеристики типовых радиокомпонентов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем в часах
Объем образовательной программы учебной дисциплины	40
в т. ч.:	
теоретическое обучение	26*
практические занятия	13
<i>Самостоятельная работа</i>	1
Промежуточная аттестация в форме диф. зачета	2*

* Промежуточная аттестация в форме диф. зачета проводится за счет часов теоретического обучения

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины «ОП.В.04 Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад. ч	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
Раздел 1. Основы материаловедения		2/1	
Тема 1.1. Строение и свойства вещества.	Содержание учебного материала	2	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
	1. Общие сведения о строении вещества. 2. Виды химической связи. 3. Особенности строения тел; элементы кристаллографии.	1	
	Практические работы	1	
	Пр№1 Изучение принципов построения кривых охлаждения. Изучение принципов построения диаграмм состояния двойных сплавов на примере систем свинец-сурьма, свинец-олово.	1	
Раздел 2.	Проводниковые материалы	12/5	
Тема 2.1. Классификация и основные свойства проводниковых материалов.	Содержание учебного материала	2	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05
	1. Классификация. Электропроводность проводников. 2. Зонная теория электропроводности 3. Удельная проводимость ν и удельное сопротивление. 4. Температурный коэффициент удельного сопротивления металлов.	2	



	5. Теплопроводность металлов, термоэлектродвижущая сила.		ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Тема 2.2 Материалы высокой проводимости	Содержание учебного материала	2	ОК 01
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Медь, её сплавы: латунь, бронза. 2. Алюминий, его сплавы: альдрей, магнилий, дюраль. 3. Железо. Биметалл, сверхпроводники и криопроводники. 4. Различные металлы – вольфрам, платина, золото, серебро, молибден, никель. 	2	ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Тема 2.3 Металлы высокого сопротивления	Содержание учебного материала	1	ОК 01
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общие сведения. Манганин, константан, сплавы на основе железа. 	1	ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Тема 2.4	Содержание учебного материала	1	ОК 01



Резисторы.	2. Резисторы, их маркировка, условное графическое обозначение, конструктивные особенности.	1	ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Тема 2.5 Различные сплавы, припой, неметаллические проводники.	Содержание учебного материала	6	ОК 01
	1. Сплавы для термопар, контактные материалы.	1	ОК 02
	2. Припой мягкие и твёрдые, флюсы, угольные материалы и изделия.		ОК 03
	Практические работы	5	ОК 04
	Пр№2 «Определение параметров резисторов по их маркировке с помощью справочной литературы».	1	ОК 05
	Пр№3 Измерение удельного сопротивления манганин, константан, сплавы на основе железа.	1	ОК 09
	Пр№4 Построение графика зависимости сопротивления резистора от температуры окружающей среды	1	ПК.1.2
Пр№5 Изготовление термопары ее калибровка, измерение температуры.	1	ПК.2.1	
Пр№6 Измерение температуры расплава припоя	1	ПК.2.2	
		1	ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Раздел 3. ДИЭЛЕКТРИКИ.		15/5	
Тема 3.1. Классификация диэлектриков и физические процессы в них.	Содержание учебного материала	2	ОК 01
	1. Классификация диэлектриков.	2	ОК 02
	2. Электропроводность диэлектриков, поляризация диэлектриков, виды поляризации, полярные и неполярные диэлектрики, физические потери, пробой диэлектриков, виды пробоя.		ОК 03
	3. Тепловые характеристики диэлектриков, физико-химические свойства.		ОК 04
			ОК 05
			ОК 09



			ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Тема 3.2. Жидкие и газообразные диэлектрики.	Содержание учебного материала	2	ОК 01
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Газообразные диэлектрики: электрические характеристики газа, механизм пробоя газа. 2. Зависимость $\epsilon_{пр}$ от давления $P, h, T \cdot K$. 3. Виды ГОД, основные свойства и применение. 4. Основные виды жидких диэлектриков, их электрические характеристики, зависимость параметров от примесей, влаги, $T \cdot K$, частоты. 5. Области применения. 	2	ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Тема 3.3. Твёрдые органические и неорганические диэлектрики.	Содержание учебного материала	2	ОК 01
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мономеры, полимеры; реакции полимеризации, поликонденсации. 2. Электрические свойства. 3. Смолы. Лавсан. Пластмассы. 4. Слоистые пластики, фольгированные материалы. 5. Стёкла, стекловолокно – свойства, структура, применение. 6. Слюда и материалы на её основе. 7. Керамика, конденсаторная керамика (низкочастотная, высокочастотная). 	2	ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Тема 3.4.	Содержание учебного материала	2	ОК 01



Активные диэлектрики.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сегнетоэлектрики – основные свойства, параметры, виды и применение. 2. Пьезоматериалы. 3. Общие сведения о материалах для квантовых оптических генераторов (рубин, его применение в лазерах). 4. Жидкие кристаллы. 	2	ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Тема 3.5. Конденсаторы.	Содержание учебного материала <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные свойства, характеристики. конструктивные особенности, маркировка, условное графическое обозначение. Практические работы Пр№7 Определение параметров конденсаторов по его маркировке Пр№8 Измерение емкости конденсатора, определение допустимого процента отклонения от номинала. Пр№9 Построение графика зависимости емкости конденсатора от температуры окружающей среды Пр№10 Построение графика зависимости реактивного сопротивления конденсатора от частоты гармонического колебания Пр№11 Осуществление электрического пробоя органических и неорганических диэлектриков	7 2 5 1 1 1 1 1	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Раздел 4.ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ МАТЕРИАЛ		3/1	
Тема 4.1. Физические процессы в полупроводниках Простые и сложные полупроводниковые материалы.	Содержание учебного материала <ol style="list-style-type: none"> 1. Зонная теория в полупроводниках. 2. Краткие сведения об электропроводности полупроводников. 3. Германий, кремний – структура, основные свойства, структура. 4. Методы получения монокристаллов. 5. Полупроводниковые кристаллические соединения. 	1 1	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09



			ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Тема 4.2. Полупроводниковые приборы.	Содержание учебного материала	2	ОК 01
	1. Основные свойства и особенности полупроводниковых приборов: полупроводниковых резисторов, полупроводниковых диодов, транзисторов, интегральных микросхем.	1	ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05
	Практические работы	1	ОК 09
	Пр.№12 Определение параметров полупроводниковых компонентов по их маркировке с помощью справочной литературы Измерение коэффициента передачи по току $h_{21Э}$ биполярных транзисторов	1	ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Раздел 5. МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.		8/1/1	
Тема 5.1. Физические процессы в магнитных материалах.	Содержание учебного материала	2	ОК 01
	1. Общие сведения о магнитных свойствах. 2. Парамагнетики, диамагнетики, ферромагнетики, ферриты. 3. Магнитомягкие и магнитотвёрдые материалы. 4. Намагничивание, перемангничивание. Гистерезис. 5. Основные показатели магнитных свойств.	2	ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Тема 5.2.	Содержание учебного материала	2	ОК 01



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТУРИЗМА И СЕРВИСА»

СМК
РГУТИС

Лист 10

Магнитомягкие, магнитотвёрдые материалы.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виды магнитомягких материалов. 2. Свойства МММ и требования к ним. 3. Магнитодиэлектрики: состав, свойства, применение. 4. Основные свойства и параметры МТМ. 5. Литые и порошковые МТМ – состав, свойства, применение МТМ для постоянных запоминающих устройств. 	2*	ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
Тема 5.3. Практическое применение магнитных материалов.	Содержание учебного материала	4	ОК 01 ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК.1.2 ПК.2.1 ПК.2.2 ЛР1-ЛР8. Л13-Л28
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Специальные ферромагнетики. 2. Ферриты, магнитомягкие ферриты, ферриты с прямоугольной петлёй гистерезиса. <ol style="list-style-type: none"> 1. Применение МММ – сердечники трансформаторов, электромагниты, магнитопроводы в измерительных приборах. 2. Применение ферритов. 3. Применение МТМ – постоянные магниты. 	2*	
	Практические работы	1	
	Пр№13 Определение влияния ферритов различных марок на индуктивность катушки	1	
	Самостоятельная работа обучающихся	1	
Работа с конспектом лекций по вопросам к дифференцированному зачету.	1	2*	
Промежуточная аттестация	2*		
Всего:	96		



3. Методические указания по проведению практических занятий и самостоятельной работе

В соответствии с учебным планом в тематическом планировании приводится распределение часов по темам практических занятий.

Практические занятия – форма учебного занятия, на котором педагог организует детальное рассмотрение студентами отдельных теоретических положений учебной дисциплины и формирует умения и навыки их практического применения путем выполнения соответствия поставленных задач

Практические занятия реализуются в форме: семинара (беседа, фронтальный опрос, индивидуальный опрос, групповой опрос, взаимопрос, комбинированный опрос, круглый стол), практической работы (упражнение, задание,).

3.1. Тематика и содержание практических занятий/лабораторных работ/ семинаров

Раздел 1. Основы материаловедения

Тема 1.1. Строение и свойства вещества.

Содержание: Практическое занятие №1 Изучение принципов построения кривых охлаждения. Изучение принципов построения диаграмм состояния двойных сплавов на примере систем свинец-сурьма, свинец-олово.

Раздел 2. Проводниковые материалы

Тема 2.5 Различные сплавы, припой, неметаллические проводники.

Содержание: Практическое занятие №2 «Определение параметров резисторов по их маркировке с помощью справочной литературы».

Содержание: Практическое занятие №3 Измерение удельного сопротивления манганин, константан, сплавы на основе железа.

Содержание: Практическое занятие №4 Построение графика зависимости сопротивления резистора от температуры окружающей среды

Содержание: Практическое занятие №5 Изготовление термопары ее калибровка, измерение температуры.

Содержание: Практическое занятие №6 Измерение температуры расплава припоя

Раздел 3. ДИЭЛЕКТРИКИ.

Тема 3.5. Конденсаторы.

Содержание: Практическое занятие №7 Определение параметров конденсаторов по его маркировке

Содержание: Практическое занятие №8 Измерение емкости конденсатора, определение допустимого процента отклонения от номинала.

Содержание: Практическое занятие №9 Построение графика зависимости емкости конденсатора от температуры окружающей среды

Содержание: Практическое занятие №10 Построение графика зависимости реактивного сопротивления конденсатора от частоты гармонического колебания

Содержание: Практическое занятие Пр№11 Осуществление электрического пробоя органических и неорганических диэлектриков



Раздел 4. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ МАТЕРИАЛ

Тема 4.2. Полупроводниковые приборы.

Содержание: Практическое занятие Пр№12 Определение параметров полупроводниковых компонентов по их маркировке с помощью справочной литературы Измерение коэффициента передачи по току $h_{21Э}$ биполярных транзисторов

Раздел 5. МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

Тема 5.3. Практическое применение магнитных материалов.

Содержание: Практическое занятие №13 Определение влияния ферритов различных марок на индуктивность катушки

3.2. Тематика и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью образовательного процесса, связанного с формированием компетенций обучающихся

Целью самостоятельной (внеаудиторной) работы студентов является обучение навыкам работы с научно-теоретической, периодической, научно-технической литературой и технической документацией, необходимыми для углубленного изучения дисциплины, а также развитие у них устойчивых способностей к самостоятельному изучению и изложению полученной информации.

Формы (виды) самостоятельной работы

Самостоятельная работа выполняется в форме подготовки к практическому занятию, работы с конспектом, подготовки к устному опросу, подготовка реферата.

Тематика и содержание

Тема 5.3. Практическое применение магнитных материалов.

Содержание: Самостоятельная работа обучающихся

Работа с конспектом лекций по вопросам к дифференцированному зачету

4. Фонд оценочных средств дисциплины

4.1. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Формы промежуточной аттестации по семестрам:

№ семестра	Форма контроля
5	диф. зачет

В результате промежуточной аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также формирования компетенций:



Результаты обучения: умения, знания	Показатели оценки результата	Форма контроля и оценивания
Уметь: выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения в радиоэлектронных устройствах; подбирать по справочным материалам радиокомпоненты для электронных устройств.	осуществляет выбор материалов на основе анализа их свойств для конкретного применения в радиоэлектронных устройствах; осуществляет подбор по справочным материалам радиокомпоненты для электронных устройств.	Для текущего контроля: оценка работы на практических занятиях, оценка выполнения самостоятельной работы Для промежуточной аттестации: диф. зачет
Знать: особенности физических явлений в электрорадиоматериалах; параметры и характеристики типовых радиокомпонентов.	воспроизводит особенности физических явлений в электрорадиоматериалах, параметры и характеристики типовых радиокомпонентов.	

Формируемые компетенции:

Код формируемой компетенции	Наименование компетенции	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Для текущего контроля: оценка работы на практических занятиях, оценка выполнения самостоятельной работы Для промежуточной аттестации: диф. зачет
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	



ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	
ПК 1.2	Осуществлять сборку, монтаж и демонтаж элементов электронных блоков, устройств и систем различного типа	<i>Для текущего контроля:</i> оценка работы на практических занятиях, оценка выполнения самостоятельной работы <i>Для промежуточной аттестации:</i> диф. зачет
ПК 2.1.	Составлять электрические схемы, проводить расчеты и анализ параметров электронных блоков, устройств и систем различного типа с применением специализированного программного обеспечения в соответствии с техническим заданием	
ПК 2.2	Выполнять проектирование электрических схем и печатных плат с использованием компьютерного моделирования	

4.2. Методика применения контрольно-измерительных материалов

Контроль знаний обучающихся включает:

Текущий контроль в форме практических занятий, самостоятельных работ, устного опроса.

Промежуточную аттестацию в форме диф. зачета.

4.3. Контрольно-измерительные материалы включают:

4.3.1. Типовые задания для оценки знаний и умений текущего контроля

Контроль и оценка результатов освоения темы осуществляется преподавателем в процессе выполнения обучающимися индивидуальных заданий в виде практических занятий, самостоятельных работ устного опроса.

Перечень теоретических вопросов по курсу дисциплины:

1. На какие группы подразделяются электроматериалы по их электрическим свойствам
2. Зонная теория электропроводности твёрдых тел.



3. Виды связи в материалах.
4. Какие вещества по своим магнитным свойствам относятся к сильномагнитным веществам – магнетикам и широко применяются в электротехнике.
5. Указать диапазон значений удельного электрического сопротивления проводников.
6. Основные свойства и характеристики проводниковых материалов.
7. Каким параметром оценивают способность вещества проводить электрический ток.
8. Указать диапазон удельного электрического сопротивления диэлектриков.
9. Полупроводниковые приборы.
10. По какой формуле можно вычислить удельное сопротивление проводника,
11. Зависит ли удельное сопротивление проводника от температуры. Если зависит, то как.
12. Оптоволокно как среда передачи информационных пакетов.
13. Какими параметрами оценивается зависимость электропроводности вещества от температуры.
14. Твёрдость. Определение твёрдости проводниковых материалов.
15. Материалы с высокой проводимостью.
16. Будет ли отличаться удельное электрическое сопротивление сплава от удельного сопротивления чистого металла-основного компонента сплава.
17. Материалы с высоким сопротивлением.
18. Благородные металлы.
19. Какие металлы наиболее широко применяются как металлы высокой проводимости.
20. Какой материал применяют для изготовления обмоточных проводов трансформаторов и электрических машин.
21. Что такое латунь.
22. Для каких целей используется медь в электротехнике.
23. Каковы отличия между медью твёрдой (МТ) и медью мягкой (ММ)
24. Резистивные материалы. Резисторы.
25. Какой материал называют бронзой.
26. Припой – виды, область применения.
27. Магнитотвёрдые материалы (ММТ).
28. Что такое латунь.
29. В чём превосходство бронзы над чистой медью.
30. Материалы для подвижных контактов.
31. Для каких целей используют алюминий в электротехнике.



32. Каковы недостатки алюминия по сравнению с медью.
33. Пробой диэлектриков.
34. Какие алюминиевые сплавы применяются в электротехнике.
35. Электроизоляционные пластмассы.
36. Магнитомягкие материалы (МММ).
37. Какие провода широко применяются в линиях электропередач.
38. Неметаллические проводниковые материалы.
39. Газообразные диэлектрики.
40. Что такое механический, химический, электрический износ.
41. Кремний. Основные свойства кремния.
42. Полупроводниковые материалы, свойства полупроводников.
43. Диэлектрические материалы, свойства диэлектриков.
44. Намагничивание ферромагнетных материалов. Явление магнитного гистерезиса.
45. Материалы для разрывных контактов.

Пример задания Практического занятия:

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

Изучение принципов построения кривых охлаждения

Цель занятия: Ознакомиться с методикой построения кривых охлаждения однородных и неоднородных сплавов.

Практические навыки: привить студентам навыки научной, творческой работы, воспитать у них самостоятельность мышления, вкус к поиску новых идей и фактов, примеров. Формирование умений использовать справочную, и специальную литературу.

Теоретические сведения

Имеется много методов построения диаграммы состояния (дилатометрический, электрический, магнитотермический, термический и др.). Сущность любого из них сводится к нахождению критических точек при нагреве или охлаждении металлов и сплавов. Критическими точками называются температуры, при которых начинаются и/или заканчиваются какие-либо превращения в сплавах. Определив экспериментально критические точки серии сплавов, строят полную диаграмму состояния в координатах "температура – концентрация". Диаграмма состояния **железо-цементит** (рисунок) охватывает сплавы, содержащие углерод в количестве от 0 до 6,67 %. При содержании 6,67 % углерода он образует химическое соединение с железом Fe_3C – карбид железа, называемый также цементитом. Один из компонентов сплавов – железо – имеет несколько аллотропических модификаций:



- до 911°C железо имеет объемно-центрированную кубическую кристаллическую решетку(ОЦК) с периодом 0,286 нм;

- в интервале температур 911...1392 °С – гранцентрированную кубическую (ГЦК) кристаллическую решетку, а выше 1392 °С – снова объемноцентрированную кубическую кристаллическую решетку, но с другим периодом – 0,293 нм.

В зависимости от содержания углерода железоуглеродистые сплавы подразделяются на техническое железо ($\leq 0,02$ % С), углеродистые стали (от 0,02 до 2,14 % С) и чугуны (от 2,14 до 6,67 % С). Стали подразделяются на доэвтектоидные (0,02-0,8 % С), эвтектоидные (0,8 % С), заэвтектоидные (0,8...2,14 % С). Чугуны по содержанию углерода классифицируются на доэвтектические (2,14...4,3 % С), эвтектические (4,30 % С), заэвтектические (4,30...6,67 % С).

Процессы, происходящие в сплавах при их фазовых превращениях, подчинены общему закону равновесия, который носит название правила фаз и выражает зависимость числа степеней свободы системы «с» от количества компонентов «к», фаз «ф» и внешних переменных факторов «п» в условиях равновесия:

$$c = k + n - f.$$

При рассмотрении равновесия в металлических сплавах, находящихся под воздействием атмосферного давления, единственным внешним переменным фактором является температура и поэтому $n = 1$. Система **железо-цементит** является двухкомпонентной, то есть $k = 2$. Отсюда следует, что

$$c = 2 + 1 - f = 3 - f.$$

Для построения кривой охлаждения (или нагрева) сплава, прежде всего, необходимо найти на концентрационной оси диаграммы состояния координату, соответствующую содержанию углерода в сплаве. Затем из найденной точки следует восстановить перпендикуляр до области существования жидкой фазы. Кривая охлаждения (или нагрева) строится справа от диаграммы состояния в координатах температура (ось абсцисс) - время (ось ординат). Масштаб оси времени произвольный, а масштаб оси температуры такой же, как и на диаграмме состояния.

Во время охлаждения сплава в нем происходят фазовые превращения. Каждое превращение протекает за определенный промежуток времени, поэтому соответствующие им участки кривой охлаждения имеют различные углы наклона по отношению к горизонтальной оси. Чем быстрее происходит



превращение, тем круче кривая. Перитектическое, эвтектическое и эвтектоидное превращения идут во времени при постоянной температуре (так как $c = 0$), следовательно, им на кривой охлаждения будут соответствовать горизонтальные участки .

Построение кривой охлаждения рассмотрим на примере чугуна, содержащего 5 % углерода (см. рисунок). Восстанавливаем перпендикуляр из отметки 5 % углерода на оси абсцисс до точки 1, находящейся в области жидкого состояния сплавов. Переносим пунктиром температуру точки 1 на ось температур нашего графика. В точке 1 рассматриваемый сплав находится в жидком состоянии (то есть существует только одна фаза – жидкий раствор углерода в железе), следовательно $c = 3 - 1 = 2$. При двух степенях свободы равновесие в системе не нарушается даже при одновременном изменении температуры и концентрации сплава в определенных пределах. При понижении температуры в сплаве не будет происходить никаких превращений, и температура будет падать быстро, кривая охлаждения идет круто вниз до точки 2. Точкой 2 обозначено пересечение нашей вертикали с линией CD диаграммы состояния, соответствующей началу кристаллизации цементита. Следовательно, в сплаве появляется вторая фаза – цементит, число степеней свободы уменьшается ($c = 3 - 2 = 1$), кривая охлаждения станет более пологой до температуры, соответствующей следующей критической точке 3. На участке кривой 1-2 указываем фазовое состояние сплава “ж” и число степеней свободы, равное 2, соответственно на участке 2-3 фазовое состояние “ж + ц”, а число степеней свободы $c = 1$. При изменении температуры в пределах точек 2 и 3 изменяется соотношение между жидкой и твердой фазами, но равновесие не нарушается.

Точка 3 (пересечение вертикали с линией ECF) соответствует эвтектическому превращению, то есть совместной кристаллизации цементита и аустенита с образованием ледебурита. При этом одновременно существуют три фазы: жидкость, цементит и аустенит, следовательно число степеней свободы $c = 3 - 3 = 0$, и система инвариантна, три фазы могут находиться в равновесии только при строго постоянной температуре. На кривой охлаждения это отражено отрезком 3-3*. Между точками 3 и 4 сплав имеет двухфазное состояние (аустенит и цементит) и $c = 3 - 2 = 1$. При температуре, соответствующей точке 4, в сплаве происходит эвтектоидное превращение, аналогичное эвтектическому. Отличие только в том, что в нем участвуют только твердые фазы: аустенит, цементит и феррит. На кривой охлаждения делаем соответствующие записи.



Рисунок. Диаграмма состояния системы железо - цементит (слева) и кривая охлаждения чугуна, содержащего 5% углерода (справа)

Содержание отчета

Диаграмма состояния железо-цементит с обозначением критических точек и областей диаграммы. Кривая охлаждения (или нагрева) сплава с заданной концентрацией углерода. Определение феррита, аустенита, перлита, ледебурита и зарисовка их структур. Выводы

4.3.2. Типовые задания для оценки знаний и умений промежуточной аттестации

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДИФ.ЗАЧЕТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Вопрос.	Варианты ответа.	Рисунок	Ответ
1	На какие группы подразделяется электрорадиоматериалы по их электрическим свойствам?	1) Проводники, ферромагнетики, ферримагнетики, диэлектрики. 2) Проводники, полупроводники, диэлектрики. 3) Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, ферримагнетики, антиферромагнетики.		
3	Дать определение проводниковым материалам согласно	1) Это материал, у которого запрещенная зона настолько велика (8-10эВ), что электронной проводимости		



	зонной теории электропроводимости твердых тел.	<p>в обычных условиях не наблюдается.</p> <p>2) Это материалы с узкой запрещенной зоной (до 3 эВ) которая может быть преодолена электронами за счет внешней энергетических воздействий.</p> <p>3) Это материалы, у которых валентная зона вплотную прилегает к свободной или даже перекрывает её. Валентные электроны беспрепятственно переходят на энергетические уровни свободной зоны.</p> <p>4) Это материалы, у которых валентная и свободная электрические зоны отсутствуют.</p>		
4	Какие вещества по своим магнитным свойствам относятся к сильномагнитным веществам – магнетикам, и широко применяются в электротехнике?	<p>1) Диамагнетики, парамагнетики.</p> <p>2) Диэлектрики, полупроводники.</p> <p>3) Диамагнетики, ферромагнетики.</p> <p>4) Ферромагнетики, ферримагнетики.</p>		
5	Указать диапазон значений удельного электрического сопротивления проводников	<p>1) $\rho = 10^7 - 10^{17} \text{ Ом}$</p> <p>2) $\rho = 10^{-6} - 10^9 \text{ Ом}$</p> <p>3) $\rho = 10^{-8} - 10^{-5} \text{ Ом}$</p> <p>4) $\rho = 1 - 10^3 \text{ Ом}$</p>		
6	Каким параметром оценивают способность вещества проводить электрический ток?	<p>1) Удельной электрической проводимостью γ и обратной её величиной – удельным электрическим сопротивлением ρ.</p> <p>2) Диэлектрической проницаемостью ϵ.</p> <p>3) Электрическим сопротивлением R.</p> <p>4) Напряженностью электрического поля E.</p>		
7	По какой формуле можно вычислить удельное сопротивление проводника где, R -электрическое сопротивление	<p>$P = (SL)/R$</p> <p>$P = R/S$</p> <p>$P = (RS)/L$</p> <p>$P = R/L$</p>		



	L-длина проводника S-площадь поперечного сечения			
8	Зависит ли удельное сопротивление металлических проводников от температуры? Если зависит, то как?	<p>1) Зависит, с ростом температуры ρ уменьшается.</p> <p>2) Зависит, с ростом температуры ρ увеличивается.</p> <p>3) Зависит, с ростом ρ уменьшается практически до нулевых значений.</p> <p>4) Не зависит.</p>		
9	По какой формуле можно рассчитать значение удельного сопротивления ρ при изменениях температуры в узких диапазонах? A_p -температурный коэффициент удельного сопротивления T-температура	<p>1) $\rho_2 = \rho_1(1 + a_p(T_2 - T_1))$</p> <p>2) $\rho_2 = \rho_1(T_2 - T_1)$</p> <p>3) $\rho_2 = \rho_1(1 - a_p(T_2 - T_1))$</p> <p>4) $\rho_2 = \rho_1 + a_p(T_2 - T_1)$</p>		
10	Какими параметрами оценивается зависимость электропроводности вещества от температуры?	<p>1) Концентрацией свободных носителей заряда n.</p> <p>2) Коэффициентом термо-ЭДС.</p> <p>3) Работой выхода электронов A.</p> <p>4) Температурным коэффициентом удельного сопротивления.</p>		
11	Будет ли отличаться удельное электрическое сопротивление сплава от удельного сопротивления чистого металла (основного компонента сплава)?	<p>1) Не будет.</p> <p>2) Удельное сопротивление сплава будет меньше.</p> <p>3) Удельное сопротивление сплава будет больше чем удельное сопротивление металла, и будет зависеть от структуры сплава.</p> <p>4) Удельное сопротивление сплава будет иметь промежуточное значение между удельными сопротивлениями всех компонентов сплава.</p>		
12	Какие металлы наиболее широко применяются	1) Железо и никель.		



	как металлы высокой проводимости?	2) Вольфрам и молибден. 3) Медь и алюминий. 4) Золото и серебро.		
13	Какой материал применяют для изготовления обмоточных проводов трансформаторов и электрических машин?	1) Сталь. 2) Железо. 3) Нихром. 4) Медь.		
14	Для каких целей используется медь в электротехнике?	1) Для изготовления резисторов. 2) Для изготовления электронагревательных приборов. 3) Для изготовления проводов и токоведущих кабелей. 4) Для изготовления кабелей.		
15	Каковы основные различия между медью твёрдой(МТ) и медью мягкой(ММ)?	1) ММ более пластична и имеет меньшее удельное сопротивление, МТ более упругая и более прочная. 2) ММ и МТ отличаются по цвету и плотности. 3) Удельное сопротивление МТ немного меньше, механические характеристики хуже, чем у ММ. 4) МТ более пластичная, прочная и имеет меньшее удельное сопротивление, чем ММ.		
16	Какой материал называют бронзой?	1) Это метал высокой проводимости. 2) Сплав железа с углеродом. 3) Сплав меди с железом и никелем. 4) Сплав меди с оловом, кадмием, бериллием и т.д.		
17	Что такое латунь?	1) Метал высокой проводимости. 2) Резистивный сплав. 3) Сплав меди с цинком. 4) Сплав железа с углеродом.		
18	В чем превосходство бронзы над чистой медью?	1) Более высокие механические свойства. 2) Более высокая проводимость.		

		3) Лучшая коррозионная стойкость. 4) Меньшая стоимость.		
19	Для каких целей используют алюминий в электротехнике?	1) Для изготовления резисторов и реостатов. 2) Для изготовления токопроводящих дорожек, контактных площадок. 3) Для изготовления нитей ламп накаливания. 4) Для изготовления полупроводниковых элементов.		
20	Каковы основные недостатки алюминия по сравнению с медью?	1) Высокая стоимость. 2) Низкая коррозионная стойкость. 3) Имеет низкую механическую прочность. 4) Имеет низкую рабочую температуру.		
21	Какие алюминиевые сплавы применяются в электротехнике?	1) Нихром, константан. 2) Бронза, латунь. 3) Сталь, чугун. 4) Дюраль, альдрей, магналий.		
22	Какие провода наиболее широко применяются в линиях электропередач?	1) Стальные, железные 2) Алюминиевые, медные 3) Нихромовые, сплавы серебра		

4.4. Критерии и показатели оценивания

Для текущего контроля

Оценка	Форма контроля	Критерии оценивания	Показатели оценивания
«5»	устный ответ	полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного материала, четкость и грамотность речи.	ответ полный и правильный на основании изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком; ответ самостоятельный.



«4»	устный ответ	полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного материала, четкость и грамотность речи.	ответ полный и правильный на основании изученных теорий; материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию учителя.
«3»	устный ответ	полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного материала, четкость и грамотность речи.	ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка, или неполный, несвязный.
«2»	устный ответ	полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного материала, четкость и грамотность речи.	при ответе обнаружено непонимание учащимся основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые учащийся не смог исправить при наводящих вопросах учителя.

Оценка	Форма контроля	Критерии оценивания	Показатели оценивания
«5»	практическая работа	полнота и правильность выполнения работы	работа выполнена полностью и правильно; сделаны правильные выводы.
«4»	практическая работа	полнота и правильность выполнения работы	работа выполнена правильно с учетом 2-3 несущественных ошибок, исправленных самостоятельно по требованию



			преподавателя.
«3»	практическая работа	полнота и правильность выполнения работы	работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка
«2»	практическая работа	полнота и правильность выполнения работы	допущены две (и более) существенные ошибки в ходе работы, которые обучающийся не может исправить даже по требованию преподавателя.

Оценка	Форма контроля	Критерии оценивания	Показатели оценивания
«5»	самостоятельная работа	полнота и правильность выполнения работы	работа выполнена полностью и правильно; сделаны правильные выводы.
«4»	самостоятельная работа	полнота и правильность выполнения работы	работа выполнена правильно с учетом 2-3 несущественных ошибок, исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.
«3»	самостоятельная работа	полнота и правильность выполнения работы	работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка
«2»	самостоятельная работа	полнота и правильность выполнения работы	допущены две (и более) существенные ошибки в ходе работы, которые обучающийся не может исправить даже по требованию преподавателя.

Для промежуточной аттестации



Оценка	Форма контроля	Критерии оценивания	Показатели оценивания
«зачет»	тестовое задание	правильность ответа	86-100% правильных ответов на вопросы
«зачет»	тестовое задание	правильность ответа	71-85% правильных ответов на вопросы
«зачет»	тестовое задание	правильность ответа	51-70% правильных ответов на вопросы
«незачет»	тестовое задание	правильность ответа	0-50% правильных ответов на вопросы

5. Условия реализации программы дисциплины

5.1. Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

учебная аудитория, лаборатория систем автоматизированного проектирования и лаборатория электронной техники.

Оборудование учебной аудитории: Учебная мебель, ПК, 1 шт., МФУ 1 шт.

мультимедийное презентационное оборудование. Плакаты, доска.

Оборудование лаборатории систем автоматизированного проектирования:

Учебная мебель, ПК-13 шт.

мультимедийное презентационное оборудование, маршрутизатор-1; доска

ПО: Qucs

Оборудование лаборатории электронной техники:

Учебная мебель, плакаты

Универсальные лабораторные стенды 17Л-03, 4 шт.

Лабораторный стенд 3-х каскадного усилителя, 1 шт.

Лабораторные стенды по «Электронике» 3 шт.

Осциллограф ОР-1, 1 шт,

Осциллограф С1-94, 2 шт.

Учебная мебель, плакаты

Макет радиостанции

Музыкальный центр

Телевизор «JVC»

Лабораторный стенд по радиоприемным устройствам

Лабораторная установка УГиФС-1

Лабораторная установка УПОиПС-3

Лабораторная установка РТРУЛ-1

Лабораторная установка ОЭ-6

Лабораторная установка РТИПЛ-5



Генератор Г4-42
Генератор Г4-18А
Генератор Г3-118
Сумматор сигналов МВ, ДВ,
Антенна телескопическая
Антенна рамочная,
Антенна директорная,

6. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации оснащен печатными и/или электронными образовательными и информационными ресурсами, для использования в образовательном процессе.

6.1. Основные печатные издания

1. Материаловедение : учебник / Г.Г. Сеферов, В.Т. Батиенков, Г.Г. Сеферов, А.Л. Фоменко ; под ред. В.Т. Батиенкова. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 151 с. — (Среднее профессиональное образование). — DOI 10.12737/978. - ISBN 978-5-16-016094-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1792841>

2. Электронная техника : учебник / М.В. Гальперин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015415-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1150312>

6.2. Основные электронные издания

1. <https://radiohata.ru/directory/5181-poluprovodnikovye-priemno-usilitelnye-ustrojstva-spravochnik-radioljubitelja.html>
2. <https://radiohata.ru/directory/2759-tranzistory-spravochnik.html>
3. https://stoom.ru/component/option,com_sobi2/Itemid,165/

6.3. Дополнительные источники

1. Материаловедение : учебное пособие / В.А. Стуканов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 368 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0711-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1794455>