

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Мореходный факультет

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

УТВЕРЖДАЮ:

Декан мореходного факультета

  
\_\_\_\_\_ С. Ю. Труднев

«\_31\_» \_\_\_\_\_ 01 \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Электротехнические материалы и технологии»**

по специальности:

26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»  
(уровень специалитет)

специализация: «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

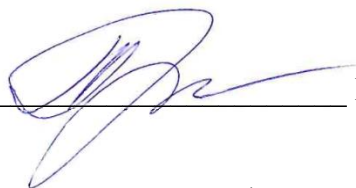
квалификация: инженер -электромеханик

Петропавловск-Камчатский

2024

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» (уровень специалитет) учебного плана подготовки специалистов, принятого на заседании Ученого совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 31.01.24 г. протокол № 5 и в соответствии с требованиями Конвенции ПДНМВ (Правила III/1 МК ПДНВ 78 с поправками, раздел А-III/6)

Составитель рабочей программы  
доцент кафедры ЭУ и ЭС \_\_\_\_\_



Р.М.Трибунская

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов» Протокол № 4 от 15. 12. 23г.

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов» канд.  
техн. наук, доцент  
«31» \_\_\_\_ 01 \_\_\_\_ 2024 г. \_\_\_\_\_



О. А. Белов

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины и ее место в учебном процессе

Дисциплина «Электротехнические материалы и технологии» является дисциплиной специализации ФГОС ВО (Б1.0.18), формирующей профессиональную подготовку инженера по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Дисциплина «Электротехнические материалы и технологии» является обязательной в процессе подготовки инженера-электромеханика.

*Целью* преподавания является познание природы и свойств материалов, связь между их составом, структурой и свойствами, закономерности их изменения при тепловых, химических, механических, электромагнитных, радиационных и других воздействиях, а также методов их упрочнения для наиболее эффективного использования в технике.

Основными *задачами* изучения дисциплины являются получение необходимых знаний:

- по физико-техническим свойствам электротехнических материалов, явлениях, происходящих в материалах при воздействии, на них различных факторов в условиях производства, эксплуатации и их влиянии на структуру;
- по физическим основам функционирования, основным свойствам, конструктивным особенностям и областям применения;
- по методам расчета основных параметров и характеристик электротехнических материалов электроэлементов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- физико-технические свойства электротехнических материалов, явления, происходящие в материалах при воздействии, на них различных факторов в условиях производства, эксплуатации;
- современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;
- знать физические основы взаимодействия энергоносителя с веществом, влияние интенсивности воздействия на технологический эффект, ступени энергетического потока преобразования электрической энергии, принципы работы и основные характеристики преобразователей, общие принципы рационального использования энергии.

*Уметь:*

- анализировать структуру и свойства материалов;
- оценивать состояние технических средств;
- уметь на базе моделей преобразования энергии на различных уровнях энергетического потока определить требования к режиму преобразователя и оценить КПД;
- выявлять причины отказов;
- проводить выбор материалов для обеспечения ремонта, с учетом их свойств и параметров.

*Приобрести навыки:*

- правильного выбора материалов с требуемым комплексом свойств;
- назначения параметров технологических методов обработки материалов для получения критериев соответствующих требованиям конструкторско-технологической документации.
- назначения технологических методов обработки материалов с учетом особенностей их технологических свойств.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

### 2.1. Процесс изучения дисциплины «Электротехнические материалы и технологии»

направлен на формирование профессиональных компетенций:

*общепрофессиональные компетенции*

ОПК-2 – способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Код компетенции	Наименование компетенции	Код наименования индикатора достижения профессиональной компетенции	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-2	способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности.	<b>ИД-1<sub>ОПК-2</sub></b> : Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью	<b>Знать:</b> - строение и свойства электротехнических материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании, сущности явлений происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделия; - современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств; - сварочное производство, технологические процессы обработки; - нормативы технического обслуживания и ремонта.	3 (ОПК-2)1  3 (ОПК-2)2  3 (ОПК-2)3  3 (ОПК-2)4
		<b>ИД-3<sub>ОПК-2</sub></b> : Умеет применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> - анализировать структуру и свойства материалов; - оценивать состояние технических средств; - выявлять причины отказов в работе оборудования - проводить выбор материалов для обеспечения ремонта, с учетом их свойств и параметров.	У(ОПК-2)1 У (ОПК-2)2 У (ОПК-2)3 У(ОПК-2)4
		<b>ИД-2<sub>ОПК-2</sub></b> : Владеет навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности	<b>Владеть:</b> -навыками правильного выбора материалов с требуемым комплексом свойств; - навыками назначения технологических параметров обработки материалов для получения требуемых эксплуатационных свойств.	В(ОПК-2)1 В (ОПК-2)2

2.2. Спецификация минимального стандарта компетентности в соответствии с Конвенцией ПДНМВ (Правила III/1 МК ПДНВ 78 с поправками, раздел А-III/6)

Таблица 2

Сфера компетентности	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
Техническое обслуживание и ремонт электрического и электронного оборудования	Техническое обслуживание и ремонт оборудования электрических систем, распределительных щитов, электромоторов, генераторов, а также электросистем и оборудования постоянного тока Обнаружение неисправностей в электроцепях, установление мест неисправностей и меры по предотвращению повреждений	Оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм: 1 одобренная подготовка в мастерских 2 одобренные практический опыт и проверки 3 одобренный опыт работы 4 одобренный опыт подготовки на учебном судне	Ручные инструменты, измерительные приборы и контрольно-измерительное оборудование выбираются и используются надлежащим образом, и толкование результатов точное Разборка, осмотр, ремонт и сборка оборудования производятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой Сборка и рабочие испытания производятся в соответствии с наставлениями и хорошей практикой
Техническое обслуживание и ремонт систем автоматизации и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами	Надлежащее знание навыков работы с электрическим и механическим оборудованием Техника безопасности и порядок действий при авариях Безопасная изоляция оборудования и связанных с ним систем, требуемая до выдачи персоналу разрешения на работу с такими механизмами и оборудованием Практическое знание вопросов проверки, технического обслуживания, обнаружения неисправностей и ремонта Проверка, обнаружение	Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм: 1 одобренный опыт работы 2 одобренный опыт подготовки на учебном судне 3 одобренная подготовка на тренажере, где это применимо 4 одобренная подготовка с	Воздействие неисправностей на взаимосвязанные двигательную установку и системы точно определяется, судовые технические чертежи правильно читаются, измерительные и калибровочные приборы правильно используются и предпринятые действия обоснованы. Изоляция, разборка и сборка двигательной установки и

	<p>неисправностей и техническое обслуживание, а также восстановление электрического и электронного контрольного оборудования до рабочего состояния</p>	<p>использованием лабораторного оборудования</p>	<p>оборудования проводятся в соответствии с руководствами изготовителя по безопасности, судовыми инструкциями, требованиями законодательства и правилами техники безопасности. Принятые меры приводят к восстановлению систем автоматики и управления методами, наиболее подходящими и соответствующими преобладающим обстоятельствами</p>
--	--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина Б1.0.17 «Электротехнические материалы и технологии» является дисциплиной обязательной части в структуре образовательной программы, непосредственно связана с такими дисциплинами, как «Ремонт и монтаж судового электрооборудования и средств автоматики», «Судовые энергетические установки», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Теоретические основы электротехника», «Судовые электрические машины» и др.

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Электротехнические материалы и технологии», необходимы для подготовки и сдачи государственного экзамена, а также для подготовки выпускной квалификационной работы.

### 4. Содержание дисциплины

В соответствии с планом подготовки специалистов по направлению 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» преподавание дисциплины реализуется в 4 семестре обучения.

Тематический план дисциплины по очной форме обучения представлен в таблице 3, по заочной форме обучения - в таблице 4

Таблица 3

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			

<b>Раздел 1.</b> Теоретические основы электротехнического материаловедения	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	Опрос, ЛБ*, Тест*	
<b>Раздел 2.</b> Основы теории сплавов	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	Опрос, ЛБ*, Тест*	
<b>Раздел 3.</b> Электротехнические материалы	<b>36</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	Опрос, ЛБ*, Тест*	
Тема 1. Проводниковые материалы	8	8	6		2		Опрос, ЛБ*, Тест*	
Тема 2. Полупроводниковые материалы	8	4	2		2		Опрос, ЛБ*, Тест*	
Тема 3. Магнитные материалы	8	6	4	2		2	Опрос, ЛБ*, Тест*	
Тема 4. Диэлектрические материалы	12	10	6	2	4	2	Опрос, ЛБ*, Тест*	
<b>Раздел 4.</b> Конструкционные сплавы на основе железа	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	Опрос, ЛБ*, Тест*	
<b>Раздел 5.</b> Основы теории термической и химико-термической обработки	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>3</b>		<b>2</b>	<b>4</b>	Опрос, ЛБ*, Тест*	
<b>Раздел 6.</b> Электротехнологии.	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	Опрос, ПЗ*, Тест*	
Тема 1. Основы технологии электродуговой обработки материалов.			2	2			Опрос, ПЗ*, Тест*	
Тема 2. Электрофизические, электрохимические методы размерной обработки.			2				Опрос, ЛБ*, Тест*	
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>54</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		
Зачет 4 семестр								

\* ЛБ – подготовка лабораторной работы; ПЗ \*-практические задания; Тест – подготовка к тестированию.

#### 4.2 Тематический план дисциплины заочной формы обучения

Таблица 4

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Раздел 1. Теоретические основы электротехнического	10					10	Опрос, , Тест*	

материаловедения								
Раздел 2. Основы теории сплавов	12	1	1			11		
Раздел 3: Электротехнические материалы.	20	3	1	2		17	Опрос, ЛБ*, Тест	
Раздел 4. Конструкционные сплавы на основе железа	12	1	1		1	11	Опрос, Тест	
Раздел 5. Основы теории термической и химико-термической обработки	10					10	Опрос, Тест	
Раздел 6. Электротехнологии. Основы технологии электродуговой обработки материалов. Электрофизические, электрохимические методы размерной обработки.	8	2	1		1	6	Опрос, , Тест	
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>64</b>		
Зачет 2 курс.								

\* ЛБ – подготовка лабораторной работы; Тест – подготовка к тестированию.

#### 4.3. Описание содержания дисциплины по разделам

### Раздел 1. Теоретические основы электротехнического материаловедения

#### *Лекция*

#### *Рассматриваемые вопросы.*

Общие сведения о материалах. Строение и свойства твердого тела. Атомно-кристаллическое строение вещества. Полиморфизм. Анизотропия. Несовершенства кристаллического строения. Формирование структуры при кристаллизации. Химическая связь в кристаллах. Элементы зонной теории твердого тела. Физико-химические свойства материалов. Методы исследования материалов. Механические свойства материалов.

#### *Тематика лабораторных работ раздела 1*

#### *Лабораторная работа №1 «Определение твердости»*

#### *Содержание занятия.*

Изучение методов определения твердости на твердомерах Роквелла, Бринелля, приобретение навыков подготовки приборов и образцов для измерения твердости, сравнительная оценка различных методов измерения твердости. Подготовить твердомеры к проведению измерений. Для каждого образца снять не менее 10 показаний твердости. Обработать показания согласно методике.

#### *Контрольные вопросы*

- 1 Назовите способы определения твердости.
2. Какова размерность твердости, определяемой различными методами?
3. По какой формуле определяются числа твердости при испытании металла по методам Бринелля, Роквелла, Виккерса?
4. Как проводится испытание на твердость на приборе Роквелла?
5. Определите приближенно прочность стали, имеющей твердость 41 HRC.
6. По данным числам твердости найдите самый твердый металл: 4 440 HB, 52 HRC, 71 HRA.



7. Определите твердость металлического образца по Виккерсу, если при нагрузке 98 Н получится отпечаток с длиной диагонали 0,21 мм. Можно ли твердость данного образца измерить на приборе Бринелля?
8. Что такое полиморфизм?
9. Что называется анизотропией?
10. Физико-химические свойства электротехнических материалов.

*Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)*

*Примеры практических заданий и сами задания приводятся в учебно-методическом пособии по дисциплине.*

Литература [1,2,3]

## **Раздел 2. Основы теории сплавов**

*Лекция*

*Рассматриваемые вопросы.*

Строение сплавов. Диаграммы состояния сплавов. Диаграммы состояния сплавов 1 рода. Диаграммы состояния сплавов 11 рода. Диаграммы состояния сплавов 111 рода. Диаграммы состояния сплавов 1V рода. Связь свойств сплавов с типом диаграммы. Закон Курнакова.

*Тематика лабораторных работ раздела 2*

*Лабораторная работа №2 Тема: «Микроскопический метод исследования металлов и сплавов. (Микроанализ)».*

*Содержание занятия.*

Освоить технологию приготовления микрошлифов, изучить микроструктуры шлифов сплавов до и после травления при помощи металлографического микроскопа. Уяснить принцип выявления структур и практическое значение данного метода.

*Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)*

*Примеры практических заданий и сами задания приводятся в учебно-методическом пособии по дисциплине.*

Литература [1,2,3]

## **Раздел 3: Электротехнические материалы.**

### Тема 1. Проводниковые материалы

*Лекция*

*Рассматриваемые вопросы.*

Классификация электротехнических материалов. Проводниковые материалы, классификация. Основные электрические параметры проводников. Сопротивление тонких металлических пленок., размерные эффекты. Материалы высокой проводимости. Материалы высокого удельного электрического сопротивления. Сверхпроводники. Материалы проводниковые различного назначения. Тугоплавкие металлы. Благородные металлы. Материалы для контактов. Припои и флюсы. Неметаллические проводниковые материалы

*Контрольные вопросы*

1. Какие материалы относят к проводникам?
2. Область применения проводниковых материалов.
3. Что называют удельным сопротивлением проводника?

4. Какие факторы влияют на удельное сопротивление проводника?
5. Объяснить увеличение сопротивления проводника с увеличением температуры.
6. Как изменяются свойства различных сплавов в зависимости от состава?
7. Материалы высокой проводимости.
8. Материалы высокого удельного электрического сопротивления.
9. Материалы для контактов.
10. Материалы проводниковые различного назначения
11. Каким требованиям должны удовлетворять припои?
12. Какие типы паяных соединений Вам известны?
13. Виды флюсов и их назначение?
14. Какие способы пайки меди и алюминия используются в электромонтажной практике?

## Тема 2. Полупроводниковые материалы

### *Лекция*

#### *Рассматриваемые вопросы.*

Полупроводниковые материалы. Общие сведения. Виды проводимости в полупроводниках. Воздействие внешних факторов на электропроводность полупроводников. Электронно-дырочный переход Вентильный эффект. Простые полупроводники. Полупроводниковые химические соединения и материалы на их основе. Области применения.

#### *Контрольные вопросы*

1. Указать на характер проводимости у металлов, полупроводников и диэлектриков.
2. Чем отличаются полупроводники от металлов и диэлектриков?
3. Перечислить факторы, влияющие на проводимость полупроводников.
4. Используя квантовую механику (зонную теорию), указать отличительные особенности металлов, полупроводников и диэлектриков.
5. На основе каких материалов делают терморезисторы?
6. Укажите области применения терморезисторов.
7. На основе каких материалов делают фоторезисторы и фотодиоды?

#### *Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)*

*Примеры практических заданий и сами задания приводятся в учебно-методическом пособии по дисциплине.*

Литература [1,2,3]

## Тема 3. Магнитные материалы

### *Лекция*

#### *Рассматриваемые вопросы.*

Магнитные материалы. Основные характеристики магнитных материалов. Классификация. Процессы технического намагничивания и перемагничивания магнитных материалов. Металлические магнитомягкие материалы: электротехнические стали, пермаллой, альсиферы. Области применения. Металлические магнитотвердые материалы: легированные мартенситные стали, литые магнитотвердые сплавы, спеченные сплавы на основе РЗМ, пластически деформируемые сплавы, их области применения. Магнитные материалы специализированного назначения: специальные ферромагнетики, ферриты, магнитоотражающие, магнитодиэлектрики., области применения.

#### *Контрольные вопросы*

1. Назовите виды магнитных материалов и дайте их краткую характеристику.
2. Как маркируются электротехнические стали с нормируемыми свойствами в постоянных полях?

3. Как маркируются электротехнические стали с нормируемыми свойствами в переменных полях?
4. Как маркируются специальные магнитомягкие сплавы?
5. Классификация магнитотвердых материалов по областям применения и технологии изготовления.
6. Маркировка магнитотвердых мартенситных сталей.
7. Как маркируются магниты из РЗМ?
8. Применение магнитомягких материалов.
9. Применение магнитотвердых материалов.

*Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)*

*Примеры практических заданий и сами задания приводятся в учебно-методическом пособии по дисциплине.*

Литература [1,2,3]

#### Тема 4. Диэлектрические материалы

##### *Лекция*

##### *Рассматриваемые вопросы.*

Физика электроизоляционных материалов. Классификация. Поляризация диэлектриков и диэлектрическая проницаемость. Виды поляризации диэлектриков. Классификация диэлектриков по виду поляризации. Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические потери. Виды диэлектрических потерь в электроизоляционных материалах. Пробой диэлектриков. Тепловые, химические и влажностные свойства диэлектрических материалов. Электроизоляционные материалы, применяемые в судовой электротехнике, классификация. Органические электроизоляционные материалы. Неорганические электроизоляционные материалы., слюда и материалы из щепаной слюды. Судовые кабели и провода. Активные диэлектрики: сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, электреты и др.

##### *Контрольные вопросы*

1. Какими удельными проводимостями характеризуется твердый диэлектрик?
2. Электрические свойства диэлектриков?
3. Понятия абсолютной и относительной диэлектрической проницаемости?
4. Какие факторы вызывают диэлектрические потери?
5. Что такое ток утечки?
6. Из каких токов состоит общий ток диэлектрика?
7. Угол диэлектрических потерь.
8. Диэлектрические потери при постоянном напряжении и при переменном?
9. Какие бывают эквивалентные схемы диэлектриков и для каких целей они используются?
10. Что такое рассеиваемая мощность в диэлектрике, от каких факторов она зависит?
11. Как будут вести себя полимеры при повышении температуры? Чем отличаются термопластичные диэлектрики от терморезистивных?
12. Какие полимерные материалы можно использовать в НЧ и ВЧ аппаратуре?
13. Как из справочника выбрать диэлектрик для работы в ВЧ аппаратуре?
14. Что значит фольгированный материал?
15. Какие изделия изготавливают из полимерных материалов?

*Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)*

*Примеры практических заданий и сами задания приводятся в учебно-методическом пособии по дисциплине.*

Литература [1,2,3]

### Тематика лабораторных работ раздела 3

*Лабораторная работа №3 Тема: Исследование влияния температуры на материалы с различным удельным электрическим сопротивлением*

*Содержание занятия.*

Ознакомиться с методическим пособием. Измерить электросопротивление  $R$  образцов меди, константана, манганина и нихрома. Результаты опытов занести в табл. 12. Вычислить удельное электросопротивление  $\rho$  этих образцов. Измерить в той же последовательности электросопротивление образцов при температурах: 100, 80, 60, 40, 20°C. Результаты опытов занести в табл. 13. Построить графическую зависимость электросопротивления образцов от температуры:

$$R = f(T).$$

Определить температурный коэффициент удельного электросопротивления образцов. Составить отчет.

*Лабораторная работа №4 Тема: Пайка легкоплавкими припоями*

*Содержание занятия.*

Получить задание у преподавателя. Выбрать необходимый тип паяного соединения. В зависимости от назначения и материала изделия, подлежащего пайке, выбрать припой. Указать его марку, химический состав, свойства и назначение. Выбрать способ удаления оксидной пленки основного металла, указав тип флюса, состав, наименование. Составить отчет, указав выбранные припой и флюс и обосновать их выбор. Дать краткое описание процесса пайки.

*Лабораторная работа №5 Тема: Исследование параметров полупроводников*

*Содержание занятия.*

Ознакомиться с методическим пособием. Измерить электросопротивление  $R$  образцов терморезистора в диапазоне температур от 20 до 100°C с интервалом в 20°C, Результаты опытов занести в таблицу. Рассчитать  $\rho$  при температурах 20, 40, 60, 80 и 100°C и определить температурный коэффициент электросопротивления, используя зависимость  $\alpha_R = \frac{1}{R} \times \frac{dR}{dT}$ .

Построить график зависимости  $R$  от  $t$ .

Измерить проводимость фоторезистора при освещенности  $E = 0$ . Рассчитать темновое сопротивление  $RT$ . Увеличивая освещенность  $E$  до 200 Лк произвести замеры проводимости и сопротивления образцов. Результаты занести в таблицу. Построить график зависимости  $R$  от  $t$ . Составить отчет.

*Лабораторная работа №6 Тема: Исследование свойств твердых диэлектриков*

*Содержание занятия.*

Ознакомиться с методическим пособием. Измерить емкость  $C_x$  и проводимость  $G_x$  данных образцов при  $t = 20$  °C. Результаты измерений занести в таблицу. Вычислить тангенс угла диэлектрических потерь  $tg\delta$ , рассеиваемую мощность  $P$ , фазовый угол ( $tg\varphi$ ), постоянную времени  $\tau$ . Результаты расчетов внести в таблицу. Для всех образцов измерить емкость и проводимость при изменении температуры от 100 до 20°C с интервалом в 20°C. Результаты занести в таблицу. Вычислить величины тангенса угла диэлектрических потерь, рассеиваемой мощности при различных температурах. Используя данные таблицы, построить графики зависимости  $C=f(t)$ ,  $tg\delta=f(t)$  и  $P=f(t)$ . На основании полученных данных сделать выводы о диэлектриках, его частотных свойствах, величине потерь и влиянии температуры на характеристики диэлектрика.

Тематика практических работ по разделу 3

*Практическая работа № 1 Тема: Маркировка магнитных материалов.*

*Содержание занятия.*

Изучение маркировки магнитных материалов, определение химического состава магнитных сплавов по марке, практическое знакомство с ГОСТами на электротехнические стали и специальные сплавы, ферриты, их применение, изучение классификации магнитотвердых материалов, знакомство с областями применения этих материалов и их основными свойствами. Марки магнитных материалов, расшифровка примеров с указанием магнитных свойств  $H_c, \mu_H, \mu_{max}, B, B_s, P, W, \rho$  (см. таблицы и ГОСТы), указание способов производства и области применения магнитных сплавов.

*Практическая работа № 2 Тема: Изучение свойств и области применения полимерных материалов.*

*Содержание занятия.*

Изучить основные сведения о полимерных материалах. Провести анализ свойств полимерных материалов. Из табл. 23 выбрать полимерные материалы с указанием необходимого параметра: самый легкий, самый прочный, самый нагревостойкий, самый холодостойкий, обладающий самой большой электрической прочностью.

Из таблицы выписать значения  $\text{tg}\delta$ , от которого зависят диэлектрические потери материалов, и возможность использования материала на НЧ и ВЧ аппаратуре.

*Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СПП)*

*Примеры практических заданий и сами задания приводятся в учебно-методическом пособии по дисциплине.*

Литература [1,2,3]

#### **Раздел 4: Конструкционные материалы.**

*Лекция*

*Рассматриваемые вопросы.*

Сплавы на основе железа. Диаграмма состояния железо-углерод. Стали углеродистые: конструкционные, инструментальные. Стали легированные: для сварных конструкций, жаропрочные, жаростойкие, износостойкие, подшипниковые и др. Чугуны: серый, ковкий, высокопрочный, свойства и области применения. Цветные сплавы. Сплавы на основе меди. Сплавы на основе алюминия. Сплавы на основе магния, титана. Неметаллические конструкционные материалы: термопластичные, терморезистивные.

*Контрольные вопросы*

1. Углеродистые стали (определение, маркировка).
2. Как классифицируются стали по структуре?
3. Влияние количества углерода и величины зерна на механические свойства стали.
4. Определение структурных составляющих сталей.
5. Дефектные структуры в сталях.
6. Применение углеродистых сталей.
7. Какие стали относятся к легированным?
8. Классификация стали по качеству.
9. Как маркируются легированные стали?
10. Классификация чугунов по форме графитовых включений.
11. Какие сплавы называются латунями?
12. Маркировка латуней.
13. Где применяются деформируемые латуни?
14. Какие сплавы называются бронзами?

15. Свойства оловянистых бронз.
16. Где применяются оловянистые бронзы?
17. Как маркируются бронзы?
18. Свойства алюминиевых бронз, применение.
19. Антифрикционные материалы. Свойства применение.

*Тематика практических работ по разделу 4*

*Практическая работа № 3 Тема: «Маркировка сталей и чугунов»*

*Содержание занятия.*

Научиться расшифровывать марки сталей и чугунов, определять химический состав углеродистых сплавов по марке. Ознакомиться с ГОСТами на стали и чугуны. Изучить классификацию углеродистых сплавов, ознакомиться с областями применения этих сплавов и их основными свойствами. Изучить систему классификации сталей и чугунов по химическому составу, свойствам и назначению, ознакомиться с основными требованиями для сталей и чугунов, применяемых в машиностроении, изучить области применения и по заданию преподавателя определить марку железоуглеродистого сплава, его химический состав и назначение.

*Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)*

*Примеры практических заданий и сами задания приводятся в учебно-методическом пособии по дисциплине.*

Литература [1,2,3]

## **Раздел 5: Основы теории термической и химико-термической обработки.**

*Лекция*

*Рассматриваемые вопросы.*

Общие положения. Критические точки в железоуглеродистых сплавах. Отжиг. Виды отжига. Нормализация. Закалка, виды, технология, назначение. Отпуск закаленной стали, виды, назначение. ХТО. Цементация, азотирование, нитроцементация, цианирование. Технология, назначение.

*Контрольные вопросы*

1. В чем заключается термообработка стали, её основные виды.
2. Температуры, соответствующие критическим точкам ( $A_{c1}$ ,  $A_1$ ,  $A_{c3}$ ,  $A_3$ ,  $A_{cm}$ ) по диаграмме Fe – Fe<sub>3</sub>C.
3. Процесс изменения структуры стали при нагреве до температуры закалки.
4. Как влияет перегрев и недогрев стали на ее механические характеристики?
5. Какова цель выдержки деталей при температуре нагрева?
6. Опишите процесс изменения структуры стали при охлаждении с различной скоростью.
7. Охлаждающие среды, используемые при термической обработке.
8. Структура стали и ее механические свойства после закалки и отпуска.
9. Стали подвергаемые поверхностной закалке.
10. Назначение химико-термической обработки.
11. Технология цементации, структура и свойства цементированного слоя.
12. Технология азотирования, структура и свойства азотированного слоя.
13. Нитроцементация и цианирование, технология, назначение.

## **Раздел 6: Электротехнологии.**

## Тема 1. Основы технологии электродуговой обработки материалов.

### *Лекция*

#### *Рассматриваемые вопросы.*

Основы электродуговой технологии обработки материалов. Нагрев энергией дугового разряда. Вольтамперные характеристики, формы самостоятельного разряда и их использование в ЭТУ. Физические процессы и основные законы дуги. Внешние характеристики источника и способы регулирования режима. Физико-химические основы получения сварных соединений. Классификация видов сварки. Технологические особенности сварки различных металлов и сплавов. Дуговая сварка плавлением. Сущность процесса, источники сварочного тока. Ручная дуговая сварка. Автоматическая дуговая сварка под слоем флюса. Дуговая сварка в защитных газах.

Физико-химические методы размерной обработки: электроэрозионная обработка (ЭЭО), электрохимическая размерная обработка (ЭХРО), размерная ультразвуковая обработка (УЗО).

### *Тематика практических работ раздела 6*

#### *Практическая работа 4. Тема: «Расчет режима ручной дуговой сварки»*

##### *Содержание занятия*

Приобрести практические навыки в выборе электродов и расчете режимов ручной дуговой сварки. Рассчитать режим ручной дуговой сварки. Для расчета параметров РДС исходные данные взять, согласно номера варианта, заданного преподавателем.

Выбрать диаметр электрода. Определить величину сварочного тока по формуле. Определить напряжение на дуге по формуле. Выбрать тип и марку электрода.

Полученные данные занести в таблицу.

##### *Контрольные вопросы*

1. Устройство и принцип работы сварочного трансформатора.
2. Электрическая дуга и ее свойства.
3. Внешняя характеристика источника питания и требования к ней.
4. Сварочные электроды.
5. Основные параметры режима ручной дуговой сварки.
6. Классификация видов сварки.
7. Технологические особенности сварки различных металлов и сплавов.

## Тема 2. Электрофизические, электрохимические методы размерной обработки.

### *Лекция*

#### *Рассматриваемые вопросы.*

Электрофизические, электрохимические методы размерной обработки. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов. Принципы, схема и область применения размерного формообразования. Параметры и основные соотношения для силовых импульсов различных форм. Физика электроэрозионной обработки материалов. Электрохимическая обработка. Источники питания непрерывных и импульсных установок. Электрооборудование установок для комбинированной электрофизикохимической обработки. Физические основы электрогидравлической технологии. Схемы разрядных контуров установок. Магнитоимпульсная обработка материалов. Деформирование материалов. Электро-ионная технология. Электрофильтры, нанесение порошковых покрытий, сепарация. Источники питания. Электролиз расплавов и растворов. Резистивный нагрев. Физические основы электротехнологии. Прямой резистивный нагрев. Электрический скин-эффект. Выбор нагревательных элементов. Схемы питания. Технология тепловой обработки и оценка теплового КПД. Датчики температуры, способы и схемы регулирования температуры. Электрооборудование. Средства низкотемпературного нагрева. Индукционный и диэлектрический нагрев. Магнитный скин-эффект. Влияние параметров поля и среды на

распределение тепловых источников в материале. Условие поверхностного нагрева. Энергетические потоки в системе индуктор-обрабатываемый материал. Выбор частоты в зависимости от свойств и геометрии материала. Особенности нагрева неоднородных диэлектриков. Микроволновый нагрев. Области применения.

#### *Контрольные вопросы*

1. Принципы, схема и область применения размерного формообразования.
2. Параметры и основные соотношения для силовых импульсов различных форм.
3. Физика электроэрозионной обработки материалов.
4. Электрохимическая обработка. Источники питания непрерывных и импульсных установок
5. Магнито-импульсная обработка материалов.
6. Индукционный и диэлектрический нагрев.
7. Магнитный скин-эффект.
8. Особенности нагрева неоднородных диэлектриков.
9. Микроволновый нагрев.
10. Области применения

#### *Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)*

*Примеры практических заданий и сами задания приводятся в учебно-методическом пособии по дисциплине.*

Литература [1,2,3]

## **5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся**

Согласно требованиям нормативных документов, самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Основной целью самостоятельной работы студентов является улучшение профессиональной подготовки специалистов, направленное на формирование системы фундаментальных и профессиональных знаний, умений и навыков, которые они могли бы свободно и самостоятельно применять в практической деятельности.

Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплине;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности;
- развитие умения использовать научно-техническую литературу и нормативно-методические материалы в практической деятельности;



- углубление и расширение профессиональных знаний студентов, формирование у них интереса к учебно-познавательной деятельности.
- Самостоятельная работа студентов включает в себя:
- изучение теоретического материала и составление конспекта лекций, если студент отсутствовал на паре или что-то упустил;
  - подготовка к лабораторным занятиям, ответ на вопросы в конце каждой лекции;
  - поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, научных публикаций при подготовке материала к научно-практической конференции ВУЗа;
  - подготовка к итоговому контролю знаний по дисциплине (зачет).

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Физика» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

### ***Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)***

Перечень методических указаний для самостоятельной работы:

1. *Трибунская Р. М.* Материаловедение. Материалы с особыми физическими свойствами: Лабораторный практикум. – Петропавловск - Камчатский: КамчатГТУ, 2006. – 118 с. Для специальности: 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики». Рекомендовано ДВ РУМЦ.
2. *Трибунская Р. М.* Материаловедение и технология конструкционных материалов: Методические указания к лабораторному практикуму и самостоятельной работе. – Петропавловск - Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – 132 с. Для специальности: 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики». Учебно-методическое пособие рассмотрено и утверждено на заседании УМС (протокол № 6 от 03.04. 2019 г.)

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

1. Атомно-кристаллическое строение веществ. Типы кристаллических решеток, их параметры.
2. Кристаллизация. Полиморфизм. Анизотропия.
3. Методы испытания материалов.
4. Основы теории сплавов. Диаграмма состояния сплавов
5. Элементы зонной теории твердого тела.
6. Физические процессы в проводниках и их свойства
7. Проводниковые материалы. Свойства, применение.
8. Материалы высокой проводимости, их характеристика и назначение.

9. Сплавы высокого сопротивления. Классификация, применение.
10. Сплавы для резистивных элементов.
11. Материалы для тензорезисторов.
12. Материалы для сильноточных контактов.
13. Материалы для слабых контактов.
14. Полупроводниковые материалы. Элементарные полупроводники.
15. Вентильный эффект в полупроводниках (p-n переход)
16. Магнитомягкие материалы, их свойства, применение.
17. Магнитотвердые материалы, их свойства, применение.
18. Общие сведения о диэлектриках. Параметры, используемые для оценки эксплуатационных свойств д\э.
19. Основные виды поляризации д\э. Классификация диэлектриков по полярности
20. Физико-химические свойства д\э.
21. Классификация изоляционных материалов по нагревостойкости.
21. Электропроводность д\э.
22. Электрическая прочность д\э.
24. Слюда и материалы из щепаной слюды.
25. Активные диэлектрики. Особенности свойств активных д\э.
26. Сегнетоэлектрики.
27. Пьезоэлектрики.
28. Пирозэлектрики.
29. Судовые провода и кабели.
30. Конструкционные сплавы. Стали углеродистые
31. Конструкционные сплавы. Стали легированные
32. Конструкционные сплавы. Чугуны
33. Сплавы на основе меди
34. Сплавы на основе алюминия
35. Термическая обработка. Технология. Виды т/о.
36. Физико-химические основы получения сварных соединений.
37. Классификация видов сварки.
38. Свариваемость. Технологические особенности сварки различных металлов и сплавов.
39. Сущность процесса, источники сварочного тока.
40. Основные металлургические процессы в сварочной ванне.
41. Ручная дуговая сварка. Технология, оборудование.
42. Автоматическая дуговая сварка под слоем флюса. Технология, оборудование.
43. Дуговая сварка в защитных газах. Технология, оборудование.
44. Электроэрозионная обработка (ЭЭО).
45. Электрохимическая размерная обработка (ЭХРО).
46. Размерная ультразвуковая обработка (УЗО)
47. Резистивный нагрев.
48. Индукционный нагрев
49. Магнитно-импульсная обработка материалов.

## **7. Рекомендуемая литература**

### **7.1. Основная литература**

1. Пасынков В. В., Сорокин В. С. Материалы электронной техники. -М.: Высшая школа, 2001. – 367 с.

2. Власов А.Б., Власова С.В. Электротехническое материаловедение. Физические процессы в диэлектриках. –МГТУ.: Мурманск, 2001. – 226 с.

3. Силенко В. Н. Электротехнические материалы и их применение на водном транспорте. - С-П: Политехника, 1995. – 333 с.

### **7.2.Дополнительная**

4. Арзамасов Б. Н. Материаловедение. -М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 646 с.

5. Справочник по электротехническим материалам, под ред. Корицкого Ю. В., в 3-х томах -Л.: Электротомиздат, 1988. – 727 с.

6. *Тареев Б. М. и др.* Электрорадиоматериалы. -М.: Высшая школа, 1978. – 336 с.

### **7.3. Методические указания**

1. Электротехнические материалы и технологии. Учебное пособие к лабораторному практикуму для курсантов (студентов) специальностей 27.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и автоматики судов», дневной и заочной форм обучения. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2023. - 58 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет»**

1. Библиотека Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/library>. – Загл. с экрана.

Федеральная ЭБС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – URL: <http://window.edu.ru>

3. Электронная библиотека. Интернет-проект «Высшее образование». [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF\\_library\\_economic\\_finance.html](http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF_library_economic_finance.html)– Загл. с экрана.

4. Электронные каталоги АИБС MAPKSQL: «Книги», «Статьи», «Диссертации», «Учебно-методическая литература», «Авторефераты», «Депозитарный фонд». – URL: [http://www.vzfei.ru/rus/library/elect\\_lib.html](http://www.vzfei.ru/rus/library/elect_lib.html). – Загл. с экрана.

5. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>

6. <http://hoster.bmstu.ru/~mt8/index.php?do=static&page=library> - официальный сайт ("Материаловедение") факультета МТ (Машиностроительные Технологии) МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва.

7. <http://mt.bmstu.ru/kafmt13.php> - официальный сайт кафедры ("Технологии обработки материалов") факультета МТ (Машиностроительные Технологии) МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен).

*Лекции* посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: о классификации и свойствах материалов. В ходе лекций обучающимся следует подготовить

конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном или на практическом занятии.

**Целью лабораторного занятия** является приобретение обучающимися опыта решения учебно-исследовательских и реальных практических задач на основе изученного теоретического материала; экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений, умение решать практические задачи.

## 10. Курсовой проект

Не предусмотрен

## 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

**Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе:** •

- электронные образовательные ресурсы, представленные в рабочей программе;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством ресурсов сети Интернет (общение на форумах, в социальных сетях, посредством электронной почты)

**Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе:** •

- текстовые, табличные и графические редакторы пакета Microsoft Office;
- программы подготовки и просмотра презентаций; • интернет-браузеры;
- почтовые клиенты (программы обмена электронной почтой);

**Перечень информационно-справочных систем:**

- справочно-правовая система «Консультант-плюс» <http://www.consultant.ru/online> •
- справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru/online>
- информационно-справочная система «Техэксперт» <http://docs.cntd.ru>
- информационно-справочная система «NormaCS» <http://www.normacs.ru>

## 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лабораторных работ используются специализированная лаборатория «Материаловедение» 1-204

**1. Оборудование учебного кабинета:** посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; комплект ГОСТов, справочник по электротехническим материалам, объемные модели металлической кристаллической решетки; стенды электрорадиоматериалов, цифровой измеритель, твердомеры для испытания твердости по методу Бринелля, Роквелла электронный микроскоп

**2. Раздаточный материал**

Атласы микроструктур сплавов.

Методические указания к выполнению лабораторных и самостоятельных работ

**Дополнения и изменения в рабочей программе за \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_учебный год**

В рабочую программу по дисциплине \_\_\_\_\_ для специальности (тей)  
\_\_\_\_\_ вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес \_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)