

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт Технологий и инженерной механики
Кафедра Материаловедение**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор
Института Технологий и инженерной
механики


Могильная Е.П.
(подпись)

« 18 » 04 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ»**

По направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профили: «Материаловедение в машиностроении»,

«Композиционные и порошковые материалы, покрытия»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Физические свойства материалов» по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. – 20 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Физические свойства материалов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 02.06.2020 года № 701.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Доктор техн. наук, профессор Рябичева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения «18» 04 2023 г., протокол № 8

Заведующая кафедрой материаловедения _____  Рябичева Л.А.

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института Технологий и инженерной механики

«18» 04 2023 г., протокол № 3 .

Председатель учебно-методической комиссии института _____

_____  Ясуник С.Н.

© Рябичева Л.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – научить бакалавров систематизированным знаниям теплофизических, электрических и магнитных свойствах материалов; использованиям этих знания для исследования структуры материалов.

Задачи:

- изучить теоретическую базу теплофизических, электрических и магнитных свойствах материалов различной типологии;
- изучить методы определения физических свойств материалов;
- использовать физические свойства материалов для изучения их структуры.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Физические свойства материалов» относится к обязательной части модуля профессиональных дисциплин. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знания дифференциального и интегрального исчисления, основ физики металлов, умения определить физический смысл свойств, полученных при изучении дисциплин «Физика», «Физическая химия», «Кристаллография», «Методы структурного анализа материалов», «Физика конденсированного состояния» и служит основой для освоения дисциплин «Моделирование и оптимизация свойств материалов и процессов», «Теория и технологии получения порошковых материалов и изделий», «Сплавы с особыми свойствами», «Цветные металлы и сплавы».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-4. Способен обеспечивать функционирование системы управления качеством термического производства	ПК-4.1. Участствует в выполнении инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве	знать: методологию инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве уметь: выполнить инспекционный контроль соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве владеть: навыками инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве
	ПК-4.2. Участствует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в сложных процессах термического производства	знать: методики управления качеством изделий в сложных процессах термического производства уметь: использовать методики управления качеством изделий в сложных процессах терми-

		<p>ческого производств; владеть: методиками управления качеством изделий в сложных процессах термического производств</p>
	<p>ПК-4.3. Участвует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства</p>	<p>знать: методики управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства уметь: разрабатывать методики управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства владеть: навыками использования методик управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства</p>
<p>ПК-6. Способен разрабатывать, сопровождать и интегрировать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>ПК-6.1. Осуществляет разработку типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>знать: разработку типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов уметь: разрабатывать типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов владеть: типовыми технологическими процессами в области материаловедения и технологии материалов</p>
	<p>ПК-6.2. Участвует в выполнении сопровождения типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>знать: сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов уметь: сопровождать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов владеть: сопровождением типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p>
	<p>ПК-6.3. Участвует в контроле опытной партии изделий по типовым технологическим процессам термической обработки</p>	<p>знать: контроль опытной партии изделий по типовым технологическим процессам термической обработки уметь: контролировать опытную партию изделий по типовым технологическим процессам термической обработки владеть: контролем опытной</p>

		партии изделий по типовым технологическим процессам термической обработки
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	51	10
Лекции	34	6
Семинарские занятия	–	–
Практические занятия		-
Лабораторные работы	17	4
Курсовая работа (курсовой проект)	–	–
Другие формы и методы организации образовательного процесса	–	–
Самостоятельная работа студента (всего)	93	134
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Теплоемкость материалов и методы ее измерения.

Цели и задачи дисциплины. Колебания кристаллической решетки, фононы. Понятие теплоемкости и ее основные определения. Классическая теория теплоемкости. Теплоемкость кристаллов по Дебаю. Теплоемкость электронного газа и реальных металлов.

Изменение теплоемкости при фазовых и структурных превращениях. Методы калориметрического и термического анализа: прямая калориметрия, методы обратной калориметрии, метод Смита, метод Сайкса.

Тема 2. Теплопроводность материалов.

Теплопроводность твердых тел. Основные определения и зависимости. Электронная составляющая теплопроводности. Теплопроводность кристаллической решетки. Температурная зависимость решеточной составляющей.

Методы измерения теплопроводности при средних, высоких и низких температурах. Теплопроводность металлов, сплавов и соединений.

Тема 3. Плотность материалов.

Плотность металлов и сплавов. Определение плотности методом трехкратного взвешивания. Метод гидростатического взвешивания. Определение плотности твердых растворов и промежуточных фаз.

Тема 4. Дилатометрические исследования материалов.

Некоторые закономерности теплового расширения твердых тел. Положительный и отрицательный коэффициент теплового расширения. Термическое расширение металлов и сплавов. Методы измерения термического расширения.

Взаимосвязь объемных эффектов фазовых превращений в металлах и их термического расширения. Дилатометрия: терминология, общие замечания и рекомендации. Разновидности дилатометров. Обработка дилатограмм. Совмещение дилатометрии с термическим анализом.

Тема 5. Электрофизические свойства материалов.

Зонный характер энергетического спектра электронов в кристаллах: металлы, полуметаллы, полупроводники, диэлектрики. Зонная структура собственных и примесных полупроводников. Основные электрические параметры материалов. Основные определения. Удельное сопротивление, проводимость. Закон Ома.

Электропроводность металлов. Закон Видемана-Франца. Температурная зависимость сопротивления металлов. Влияние наклепа и отжига металлов. Электропроводность твердых растворов, гетерогенных сплавов и химических соединений. Влияние наклепа на электропроводность сплавов. Сплавы для проводников и элементов сопротивлений.

Тема 6. Применение резистометрии в металлофизических исследованиях.

Методы измерения электрического сопротивления. Метод вольтметра-амперметра. Мостовые методы измерения электросопротивления. Компенсационный метод.

Контроль чистоты металла. Построение диаграмм состояний. Изучение распада пересыщенных твердых растворов. Изучение фазовых превращений и структурных изменений при термической обработке сталей.

Тема 7. Термоэлектрические явления в твердых телах.

Термоэлектрические явления: эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона. Их взаимосвязь и практическое применение. Количественные соотношения. Термоэлектродвижущая сила.

Термоэлектрические свойства специальных сплавов и их применение. Металлы для термопар, их применение для измерения температуры. Металлы с малой термо-ЭДС по отношению к меди. Использование метода измерения термо-ЭДС в металловедении.

Тема 8. Магнитные свойства материалов.

Основные магнитные величины. Ферро-, диа- и парамагнитные свойства материалов. Антиферромагнетики. Ферромагнетики.

Магнитные свойства металлических фаз и гетерогенных сплавов. Доменная структура ферромагнетиков. Методы измерения ферромагнитных свойств. Сплавы для постоянных магнитов.

Статические магнитные параметры магнитных металлов и сплавов. Магнитные параметры основной кривой намагничивания ферромагнетиков. Коэрцитивная сила и остаточная индукция. Магнитная энергия ферромагнетиков. Температурная зависимость статических магнитных параметров.

Измерение статических магнитных параметров материалов в замкнутой магнитной цепи. Измерение коэрцитивной силы и остаточной индукции. Измерение магнитострикции.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Теплоемкость материалов и методы ее измерения	4	1
2	Теплопроводность материалов	4	1
3	Плотность материалов	4	–
4	Дилатометрические исследования материалов	4	–
5	Электрофизические свойства материалов	4	1
6	Применение резистометрии в металлофизических исследованиях	4	1
7	Термоэлектрические явления в твердых телах	4	1
8	Магнитные свойства материалов	6	1
Итого:		34	6

4.4. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение плотности стали в равновесном состоянии	2	–
2	Определение плотности порошковых пористых материалов	2	–
3	Определение коэффициента температуропроводности металла	2	–
4	Определение теплоемкости металла	4	–
5	Изучение температурной зависимости электросопротивления металлов	2	–
6	Определение коэффициента термо-ЭДС термопары, термоэлектрический метод измерения температуры	2	2
7	Измерение коэрцитивной силы ферромагнитного образца	3	2
Итого:		17	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма

1	Лабораторные работы № 1-7	Подготовка к лабораторным работам, изучение методики выполнения л/р, оформление отчетов	20	16
2	Теплоемкость материалов и методы ее измерения	Самостоятельный поиск источников информации, анализ, структурирование, изучение информации.	6	10
3	Теплопроводность материалов		6	10
4	Плотность материалов		6	10
5	Дилатометрические исследования материалов		6	10
6	Электрофизические свойства материалов		6	10
7	Применение резистометрии в металлофизических исследованиях		6	10
8	Термоэлектрические явления в твердых телах		6	10
9	Магнитные свойства материалов		6	10
10	Подготовка к экзамену	Повторение теоретического материала дисциплины	25	20
Итого:			93	134

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Физические свойства материалов» учебным планом не предусмотрены.

5.Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, необходимо использовать инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы должны быть направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов;
- технология адаптивного обучения, в том числе проведение консультаций преподавателя;

- информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект, размещенный во внутренней сети и т.п.) при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Сарина М.П. Физика твердого тела: учеб. пособие. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 107 с. [http://www.studentlibrary.ru/book/ ISBN9785778233195.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778233195.html)
2. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров : учеб. пособие. - Издание 2-е, доп. - М.: Техносфера, 2012. - 560 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363271>.
3. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. - М.: Лаборатория знаний, 2017. - 403 с. [http://www.studentlibrary.ru/book/ ISBN9785001014461.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014461.html)
4. Анфимов И.М. Физика твердого тела: сб. задач. - М.: МИСиС, 2011. - 70 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876234261.html>

б) дополнительная литература:

1. Введенский В.Ю.. Экспериментальные методы физического материаловедения: моногр. / В.Ю. Введенский, А.С. Лилеев, А.С. Перминов. - М.: МИСиС, 2011. - 310 с. - ISBN 978-5-87623-414-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876234148.html>
2. Сергеев Н.А., Кристаллофизика / Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин - М. : Логос, 2017. - 160 с. - ISBN 978-5-98699-182-5 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента":[сайт].-URL: [http://www.studentlibrary.ru/ book/ISBN9785986991825.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986991825.html)
3. Мамзурина О.И. Физические свойства металлов и сплавов: лаб. практикум. - М.: МИСиС, 2012. - 72 с. [http://www.studentlibrary.ru/ book/Misis_168.html](http://www.studentlibrary.ru/book/Misis_168.html)

в) методические рекомендации:

1. Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине «Физические свойства материалов» для студентов направления «Материаловедение и технологии материалов» /Сост.: Д.В. Решетняк. Луганск: Изд-во ЛНУ им. Даля, 2020.

г) Интернет-ресурсы:

- Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
- ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы:

- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
- Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации:

- Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

Научные журналы:

- Университетская библиотека On-line – <http://www.biblioclub.ru>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY – <http://elibrary.ru>
- Навигатор по профессиональным электронным ресурсам – http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav_ei.htm

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Физические свойства материалов» предполагает использование академических аудиторий и лаборатории, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов, аудитория, оснащенная презентационной техникой (мультимедиапроектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия: лабораторные установки, аналитические весы, измерительные приборы, нагревательные элементы, муфельные печи сопротивления, термопары, компьютеры с доступом в Интернет и установленным необходимым ПО.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде и т.п.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Физические свойства материалов»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ПК-4	Способен обеспечивать функционирование системы управления качеством термического производства	ПК-4.1. Участствует в выполнении инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве	Тема 1. Теплоемкость материалов и методы ее измерения.. Тема 2. Теплопроводность материалов	6
			ПК-4.2. Участствует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в сложных процессах термического производства	Тема 2. Теплопроводность материалов	6
			ПК-4.3. Участствует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства	Тема 3.Определение коэффициента температуропроводности металла	6

2.	ПК-6	Способен разрабатывать, сопровождать и интегрировать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов	ПК-6.1. Осуществляет разработку типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	Тема 3. Определение коэффициента температуропроводности металла. Тема 7. Термоэлектрические явления в твердых телах	6
			ПК-6.2. Участствует в выполнении сопровождения типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	Тема 4. Дилатометрические исследования материалов Тема 5. Электрофизические свойства материалов	6
			ПК-6.3. Участствует в контроле опытной партии изделий по типовым технологическим процессам термической обработки	Тема 6. Применение резистометрии в металлофизических исследованиях Тема 7. Термоэлектрические явления в твердых телах Тема 8. Магнитные свойства материалов	6

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-4. Способен обеспечивать функционирование системы управления качеством термического произ-	ПК-4.1. Участствует в выполнении инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в	знать: методику инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве	Тема 1. Теплоемкость материалов и методы ее измерения.. Тема 2. Теплопроводность материа-	Вопросы для сдачи лабораторных работ, экзамен

	водства	термическом производстве	<p>уметь: вы-полнить инспекционный контроль соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве</p> <p>владеть: навыками инспекционного контроля соблюдения технологической дисциплины в термическом производстве</p>	ЛОВ	
		<p>ПК-4.2. Участвует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в сложных процессах термического производства</p>	<p>знать: методики управления качеством изделий в сложных процессах термического производства</p> <p>уметь: использовать методики управления качеством изделий в сложных процессах термического производств;</p> <p>владеть: методиками управления качеством изделий в сложных процессах термического производств</p>	Тема 2. Теплопроводность материалов	Вопросы для сдачи лабораторных работ, экзамен
		<p>ПК-4.3. Участвует в разработке методик управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства</p>	<p>знать: методики управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства</p> <p>уметь: разрабатывать методики управления качеством изделий, изготовлен-</p>	Тема 3. Определение коэффициента температуропроводности металла	Вопросы для сдачи лабораторных работ, экзамен

		<p>ных в несложных процессах термического производства</p> <p>владеть: навыками использования методик управления качеством изделий, изготовленных в несложных процессах термического производства</p>		
<p>ПК-6. Способен разрабатывать, сопровождать и интегрировать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>ПК-6.1. Осуществляет разработку типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>знать: разработку типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>уметь: разрабатывать типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>владеть: типовыми технологическими процессами в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>Тема 3. Определение коэффициента температуропроводности металла.</p> <p>Тема 7. Термоэлектрические явления в твердых телах</p>	<p>Вопросы для сдачи лабораторных работ, экзамен</p>
	<p>ПК-6.2. Участвует в выполнении сопровождения типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>знать: сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>уметь: сопровождать типовые технологические процессы</p>	<p>Тема 4. Дилатометрические исследования материалов</p> <p>Тема 5. Электрофизические свойства материалов</p>	<p>Вопросы для сдачи лабораторных работ, экзамен</p>

			в области материаловедения и технологии материалов владеть: сопровождением типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов		
		ПК-6.3. Участвует в контроле опытной партии изделий по типовым технологическим процессам термической обработки	знать: контроль опытной партии изделий по типовым технологическим процессам термической обработки уметь: контролировать опытную партию изделий по типовым технологическим процессам термической обработки владеть: контролем опытной партии изделий по типовым технологическим процессам термической обработки	Тема 6. Применение резистометрии в металлофизических исследованиях Тема 7. Термоэлектрические явления в твердых телах Тема 8. Магнитные свойства материалов	Вопросы для сдачи лабораторных работ, экзамен

Задания для лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Определение плотности стали в равновесном состоянии

Задание. Изучить методы определения плотности; освоить гидростатический метод определения плотности, изучить влияние углерода на плотность стали.

Контрольные вопросы

1. Что такое плотность?
2. Какие существуют методы измерения плотности?
3. В чем состоит сущность пикнометрического метода измерения плотности?
4. Как измеряется плотность гидростатическим методом?
5. Как определяется теоретическая плотность металла?
6. Какие элементы повышают плотность стали, а какие понижают ее?
7. Как зависит плотность от содержания углерода в стали?
8. В чем состоит рентгеновский метод определения плотности материала?

Лабораторная работа № 2. Определение плотности порошковых пористых материалов

Задание. Изучить зависимость плотности от пористости порошковых материалов.

Контрольные вопросы

1. Что такое плотность?
2. Что такое пористость?
3. Как определить объем пористого образца?
4. В чем состоит методика определения плотности пористых материалов?
5. В чем сущность гидростатического метода для измерения плотности пористых материалов?
6. С какой целью обрабатывается образец парафином при определении пористости?
7. Почему для конструкционных материалов пористость является отрицательным фактором?

Лабораторная работа № 3. Определение коэффициента температуропроводности металла

Задание. Найти значение коэффициента теплопроводности исследуемого материала в зависимости от его средней температуры

Контрольные вопросы

1. Что называется коэффициентом температуропроводности?
2. Опишите механизм температуропроводности.
3. Какие факторы влияют на значение коэффициента температуропроводности?
4. Сравните диапазоны изменения коэффициента температуропроводности различных тел.
5. Что называют эффективным коэффициентом температуропроводности?
6. Каковы теоретические основы методики экспериментального определения коэффициента температуропроводности?

Лабораторная работа № 4. Определение теплоемкости металла

Задание: Найти зависимость теплоемкости от температуры

Контрольные вопросы

1. Одинаковой ли является разность температур между нагретым телом и окружающей средой в градусах Цельсия и в кельвинах?
2. Запишите формулу, с помощью которой определяется теплоемкость неизвестного образца.
3. Как выглядит зависимость теплоемкости твердого тела от температуры (в кельвинах)?
4. Чему равна теплоемкость одного моля твердого тела? Приведите литературные данные.
5. Запишите закон охлаждения Ньютона.
6. Какая физическая величина называется теплоемкостью?
7. Что такое удельная теплоемкость вещества?
8. В чем заключается метод сравнения для определения теплоемкостей?
9. Какая теплоемкость называется молярной теплоемкостью?
10. Как связаны удельная и молярная теплоемкости между собой?

Лабораторная работа № 5. Изучение температурной зависимости электросопротивления металлов

Задание. Изучить принцип действия термопар; научиться определять электросопротивление металлов четырёхзондовым методом; исследовать зависимость электросопротивления металлического образца от температуры и определить термический коэффициент сопротивления

Контрольные вопросы

1. Что называется электрическим сопротивлением?
2. Что называется удельным электрическим сопротивлением?

3. В чём заключается эффект Зеебека (термоэлектрический эффект)?
4. Что такое термопара? Для чего она применяется?
5. Назовите примеры спаев наиболее часто встречающиеся в термопарах?
6. На каком явлении основано действие термопары?
7. Объясните принцип измерения термо-э.д.с. с помощью термопары.
8. Каким методом производилось измерение удельного электросопротивления в лабораторной работе?
9. В чём сущность четырёхзондового метода определения удельного сопротивления?

Лабораторная работа № 6. Определение коэффициента термо-ЭДС термопары, термоэлектрический метод измерения температуры

Задание. Изучить термоэлектрический метод измерения температуры, выполнить градуировку измерительного тракта с хромель-алюмелевой термопарой и определить коэффициент ТЭДС термопары.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается явление термоэлектричества?
2. Какими причинами объясняется возникновение контактной разности потенциалов?
3. Каким образом зависит термоэлектродвижущая сила от разности температур спаев? Приведите формулу этой зависимости.
4. Как устроена термопара?
5. Какие способы включения термопары существуют?
6. Для чего нужны компенсационные проводники?
7. Какие вторичные приборы применяют при измерении температуры термопарами?

Лабораторная работа № 7. Измерение коэрцитивной силы ферромагнитного образца

Задание. Измерить коэрцитивную силу по намагниченности и рассчитать.

Контрольные вопросы

1. Что такое коэрцитивная сила?
2. Что такое ферромагнетизм?
3. Какие металлы ферромагнитные?
4. Как изменяется магнитное состояние образца при измерении коэрцитивных сил?
5. Объясните устройство коэрцитиметра.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «лабораторные работы»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
отлично (5)	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно в соответствии с предъявляемыми требованиями
хорошо (4)	Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках освоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы
удовлетворительно (3)	Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач

неудовлетворительно (2)	Обучающийся выполнил задание неправильно. При выполнении обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала
-------------------------	---

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Тест № 1

1. Структурно чувствительные и структурно нечувствительные свойства.
2. Теплоемкость металлов и сплавов.
3. Понятия намагниченности и магнитной индукции.

Тест № 2

1. Понятие теплопроводности металлов и сплавов.
2. Классификация веществ по уровню магнитных свойств.
3. Понятие термоэлектродвижущей силы.

Тест № 3

1. Термическое расширение металлов и сплавов.
2. Классификация веществ по величине и направлению магнитного момента атома.
3. Понятие удельной теплоемкости и коэффициента электронной теплоемкости.

Тест № 4

1. Эффект Зеебека в металлах и сплавах.
2. Понятие диамагнетизма. Примеры диамагнетиков.
3. Понятие удельной теплопроводности и теплового сопротивления

Тест № 5

1. Эффект Пельтье в металлах и сплавах.
2. Понятие парамагнетизма. Примеры парамагнетиков.
3. Применение теплопроводности для исследования материалов.

Тест № 6

1. Эффект Томсона в металлах и сплавах.
2. Понятие ферромагнетизма. Примеры ферромагнетиков.
3. Коэффициенты термического расширения и закономерности изменения в металлах и сплавах.

Тест № 7

1. Схема установки для измерения малых термоэлектродвижущих сил в металлах и сплавах, принцип действия.
2. Измерение пара- и диамагнитной восприимчивости в металлах и сплавах.

3. Закон Дюлонга и Пти для твердого тела.

Тест № 8

1. Понятие теплопроводности в металлах и сплавах.
2. Баллистический метод измерения магнитных свойств.
3. Зависимость термоэлектродвижущей силы при температурах аллотропических превращений.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – «экзамен»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)