



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института металлургии,  
машиностроения и материаловедения

А.С. Савинов

20.02.2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
**ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки  
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль программы  
«Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)»

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения - очная

Институт	Металлургии, машиностроения и материаловедения
Кафедра	Технологий металлургии и литейных процессов
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск  
2019 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01  
Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом МОиН РФ от  
12.11.2015 № 1331.


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии металлур-  
гии и литейных процессов протокол № 8 от 19.02.2020 г.;

Зав. кафедрой  / Н.А. Феоктистов/


Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машино-  
строения и материалобработки протокол № 5 от 20.02.2020 г.

Председатель  / А.С. Савинов/

Рабочую программу составил:  
д.т.н., проф.

 / А.Н. Завалицин/


Рецензент:  
докт. техн. наук,  
проф. каф. ТОМ ФГБОУ ВО МГТУ

 / М.И. Румянцев/

### Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от 01 сентября 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью усвоения курса «Физические свойства материалов» является подготовка бакалавра по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль «Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)» в соответствии с Государственными требованиями к уровню подготовки выпускников, согласно которым выпускник должен быть способен выполнять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская и расчетно-аналитическая; производственная и проектно-технологическая. При изучении данного курса студент получает основные представления о современной теории физических свойств и практике их экспериментального определения.

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

Дисциплина Физические свойства материалов входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Физика

Математика

Материаловедение

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

Моделирование и оптимизация свойств материалов и технологических процессов

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физические свойства материалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-6 способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	
Знать	Основные физические свойства материалов; связь между физическими и эксплуатационными свойствами материалов.
Уметь	Пользоваться методами исследований, основанными на физических свойствах материалов определять; область их применения; применять альтернативные методы исследования.
Владеть	Навыками определения основных физических свойств материалов; связывать физические свойства материалов с их эксплуатационными свойствами; навыками определения основных физических свойств определяющих необходимые эксплуатационные свойства материалов.
ПК-11 способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов	

Знать	Принцип выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности экономичности, надежности и долговечности.
Уметь	Выбирать материал для заданных условий эксплуатации, с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности.
Владеть	Навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации, с учетом требований технологичности, экономичности, надежности.

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

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

- контактная работа – 43,5 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,5 акад. часов
- самостоятельная работа – 64,5 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Семестр 7.								
1.1 Теплоемкость и теплосодержание. Удельная теплоемкость. Калориметрические и термические методы определения теплоемкости. Решеточная составляющая теплоемкости и ее температурная зависимость. Теория теплоемкости Дебая. Модель Дебая. Характеристическая температура как критерий величины энергии межуатомной связи. Тепловые эффекты при превращениях I-го и II-го	7	6	4/2И	16	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным занятиям.	Устный опрос.	ПК-6; ПК-11	

<p>1.2 Методы измерения электрического сопротивления. Физическая сущность электрической проводимости металла. Зависимость электрического сопротивления чистых металлов от температуры и давления. Сверхпроводимость, ее физическая сущность, практическое значение. Влияние наклепа и отжига металлов. Электрическое сопротивление твердых растворов. Электрическое сопротивление гетерогенных сплавов, химических соединений. Электрические свойства проводников, сверхпроводников, полупроводников, диэлектриков. Измерение электрических свойств при изучении структуры металлов и сплавов. Термоэлектрические свойства металлов. Использование термоэлектрических свойств в технике. Методы определения термоэлектрических</p>	8	4/2И		16	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным занятиям.	Устный опрос, первая контрольная работа.	ПК-6;
<p>1.3 Классификация элементов и сплавов по магнитным свойствам. Физическая природа диа- и парамагнетизма. Ферромагнетизм. Условия возникновения ферромагнетизма. Кривая намагничивания и петля гистерезиса. Физическая сущность ферромагнетизма. Точка Кюри. Доменная структура и ее параметры. Магнитная анизотропия и магнитострикция, их практическое назначение. Магнитные свойства металлов, металлических фаз и сплавов. Магнитные материалы. Принципы разработки магнитных материалов.</p>	6	4/1И		16	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным занятиям.	Устный опрос.	ПК-6; ПК-11

1.4 Плотность металлов. Атомный и ионный объем. Изменение плотности при нагреве, наклепе, плавлении, фазовых превращениях. Сжимаемость металлов. Термическое расширение. Методы определения коэффициента термического расширения. Дилатометрический анализ. Материалы с заданными температурными коэффициентами модуля упругости и линейного расширения.	8	2/ИИ	16,5	Проработка лекционного материала; подготовка к лабораторным занятиям.	Устный опрос, вторая контрольная работа.	ПК-11
Итого по разделу	28	14/6И	64,5			
Итого за семестр	28	14/6И	64,5		зачёт	
Итого по дисциплине	28	14/6И	64,5		зачет	



## **5 Образовательные технологии**

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации;
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, семинарские занятия, и так далее.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных занятий, на которых выполняются групповые задания по пройденной теме. При проведении лабораторных занятий используется работа в команде и методы ИТ.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к поиску информации в процессе подготовки к занятиям и к сдаче зачета.

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

Представлено в приложении 1.

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

Представлены в приложении 2.

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

### **а) Основная литература:**

1. Столяров, В.Л. Фазовые превращения и структурообразование : учебник / В.Л. Столяров, Е.С. Малютина, В.Ю. Введенский. — Москва : МИСИС, 2018. — 266 с. — ISBN 978-5-906846-85-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115294> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Портной, В.К. Дефекты кристаллического строения металлов и методы их анализа : учебник / В.К. Портной, А.И. Новиков, И.С. Головин. — Москва : МИСИС, 2015. — 508 с. — ISBN 978-5-87623-856-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69739> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Ливанов, Д.В. Физика металлов : учебник / Д.В. Ливанов. — Москва : МИСИС, 2006. — 280 с. — ISBN 5-87623-168-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1827>(дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Земсков, Ю.П. Материаловедение : учебное пособие / Ю.П. Земсков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-3392-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113910>(дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

1. Завалищин А.Н., Покачалов В.В., Харитонов В.А. Линейные дефекты кристаллического строения металлов [Текст]. Учебное пособие. Магнитогорск, МГТУ, 2000.
2. Покачалов В.В. Описание элементарной ячейки кристаллической решетки. [Текст] Магнитогорск, МГМА, 1998.
3. Завалищин А.Н. Покачалов В.В. Стереографические проекции [Текст] Магнитогорск, МГМА, 2000.
4. Завалищин А.Н. Диффузия в металлах. [Текст] Магнитогорск, МГТУ, 2008.
5. Завалищин А.Н. Фазовые превращения в твердом состоянии. [Текст] Магнитогорск, МГТУ, 2011.

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

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>

Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (лаборатория 210) оснащена лабораторным оборудованием:
  - установка измерения электросопротивления,
  - установка простого термического анализа,
  - магнитометр,
  - дилатометр Шевенара,
  - установка электроиндуктивного определения фазового превращения.
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для выполнения курсовых проектов (работ) оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.

4. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
- специализированной мебелью.

5. Помещение для самостоятельной работы оснащено:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
- специализированной мебелью.

6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:

- специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
- инструментами для ремонта учебного оборудования;
- шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Физические свойства материалов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

**6.1 Аудиторная самостоятельная работа** студентов предполагает выполнение контрольных работ.

### 6.1.1 Перечень вопросов для подготовки к контрольным аудиторным работам

#### Вопросы к первой контрольной работе

1. Теплоемкость и теплосодержание.
2. Удельная теплоемкость.
3. Вывести формулу теплоемкости
4. Калориметрические и термические методы определения теплоемкости.
5. Изобразить схему калориметра
6. Характеристическая температура как критерий величины энергии междуатомной связи.
7. Тепловые эффекты при превращениях I-го и II-го рода.
8. Методы измерения электрического сопротивления. Физическая сущность электрической проводимости металла.
9. Объяснить устройство двойного моста.
10. Измерить сопротивление отпущенных образцов
11. Зависимость электрического сопротивления чистых металлов от температуры и давления.
12. Влияние наклепа и отжига металлов.
13. Электрическое сопротивление твердых растворов.
14. Электрическое сопротивление гетерогенных сплавов, химических соединений.
15. Термоэлектрические свойства металлов.
16. Использование термоэлектрических свойств в технике. Методы определения термоэлектрических свойств.
17. Измерить ТЭДС в нормальных термопарах.

#### Вопросы ко второй контрольной работе

1. Классификация элементов и сплавов по магнитным свойствам.
2. Физическая природа диа- и парамагнетизма.
3. Изобразить зависимость намагничивания от внешнего поля диа и парамагнетиков
4. Ферромагнетизм. Условия возникновения ферромагнетизма.

5. Изобразить кривую намагничивания
6. Кривая намагничивания и петля гистерезиса. Точка Кюри.
7. Магнитная анизотропия и магнитострикция, их практическое назначение.
8. Магнитные свойства металлов, металлических фаз и сплавов.
9. Методы магнитного анализа.
10. Отличия дифференциального и простого магнитометра
11. Изменение плотности при нагреве, наклепе, плавлении, фазовых превращениях.
12. Методы определения коэффициента термического расширения.
13. Дилатометрический анализ.
14. Изобразить схему каткового дилатометра
15. Изобразить схему дилатометра Шевенера.
16. Материалы с заданными температурными коэффициентами модуля упругости и линейного расширения

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

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-6 - способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</b>		
Знать	Основные физические свойства материалов; связь между физическими и эксплуатационными свойствами материалов; изменение физических свойств при различных методах обработки материалов;	<p><b>Перечень теоретических вопросов</b></p> <p>Теория теплоемкости Дебая. Модель Дебая. Физическая сущность электрической проводимости металла. Зависимость электрического сопротивления чистых металлов от температуры и давления. Сверхпроводимость, ее физическая сущность, практическое значение. Электрическое сопротивление твердых растворов. Электрическое сопротивление гетерогенных сплавов, химических соединений.. Физическая природа диа- и парамагнетизма. Ферромагнетизм.. Кривая намагничивания и петля гистерезиса.. Атомный и ионный объем. Изменение плотности при нагреве, наклепе, плавлении, фазовых превращениях. Термическое расширение.. Материалы с заданными температурными коэффициентами модуля упругости и линейного расширения.</p>
Уметь:	Пользоваться методами исследований, основанными на физических свойствах	Вывести формулу теплоемкости. Изобразить схему калориметра. Объяснить устройство двойного моста. Измерить сопротивление отпущенных образцов. Измерить ТЭДС в нормальных термопарах. Исследовать

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	материалов определять; область их применения; применять альтернативные методы исследования.	электросопротивление свойства металлов и сплавов в зависимости от состояния. Пользоваться термопарами при измерении температуры. Классифицировать элементы и сплавы по магнитным свойствам. Дилатометрический анализ, методы магнитного анализа
Владеть:	Навыками определения основных физических свойств материалов; связывать физические свойства материалов с их эксплуатационными свойствами; навыками определения основных физических свойств определяющих необходимые эксплуатационные свойства материалов.	Измерить сопротивление отпущенных образцов. Измерить ТЭДС в нормальных термопарах. Рассказать о методах измерения физических свойств. Определить характеристики для классификации магнитных материалов. Измерить электрическое сопротивление, плотность при нагреве и фазовых превращениях, определить термоэлектрические свойства.
<b>ПК-11 - способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов</b>		
Знать	Принцип выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности экономичности, надежности и	Теплоемкость и теплосодержание. Удельная теплоемкость. Калориметрические и термические методы определения теплоемкости. Характеристическая температура как критерий величины энергии межуатомной связи. Зависимость электрического сопротивления чистых металлов от температуры и давления. Влияние наклепа и отжига металлов.



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	долговечности;	Измерение электрических свойств при изучении структуры металлов и сплавов. Термоэлектрические свойства металлов. 4. Использование термоэлектрических свойств в технике. Методы определения термоэлектрических свойств. Классификация элементов и сплавов по магнитным свойствам. Физическая природа диа- и парамагнетизма. Ферромагнетизм. Кривая намагничивания и петля гистерезиса. Точка Кюри. Магнитные свойства металлов, металлических фаз и сплавов. Методы магнитного анализа. Изменение плотности при нагреве, наклепе, плавлении, фазовых 9. превращениях. Методы определения коэффициента термического расширения.. Дилатометрический анализ.
Уметь	Выбирать материал для заданных условий эксплуатации, с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности;	Измерять электросопротивление свойства при изучении структуры металлов и сплавов. Измерять термоэлектрические свойства металлов. Использовать термоэлектрических свойств в технике. Определить термоэлектрические свойства. Определять магнитные свойства металлов при поведении их в магнитном поле. Применять методы определения коэффициента термического расширения для исследования. Определить температуры фазовых превращений дилатометрическим и магнитным анализом
Владеть	Навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации, с учетом требований технологичности, экономичности, надежности.	Изобразить зависимость намагничивания от внешнего поля диа и парамагнетиков Изобразить кривую намагничивания ферромагнетика. Объяснить методы магнитного анализа. Объяснить отличие дифференциального и простого магнитометра. Изобразить схему каткового дилатометра. Изобразить схему дилатометра Шевенера

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства

**б) Порядок проведения аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физические свойства материалов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, и проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по вопросам, относящимся к лекционному материалу и практическим занятиям.

**Показатели и критерии оценивания:**

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

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