

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра нанотехнологий и микросистемной техники**

**Авторы-составители: Спивак Лев Волькович  
Волынцев Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

Код УМК 94979

Утверждено  
Протокол №9  
от «13» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Материаловедение

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.03.01** Нанотехнологии и микросистемная техника  
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Материаловедение** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**28.03.01** Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

**ОПК.4** Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

#### **Индикаторы**

**ОПК.4.1** Формулирует задачи, исходя, из поставленной цели и выбирает способы их решения

**ОПК.4.2** Проводит научные исследования, используя современные методы и оборудование, делает анализ данных и представляет их в виде отчета

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (10 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Раздел 1. Теория сплавов**

Кристаллическое строение металлов и сплавов: классификация металлов, кристаллические решетки металлов, реальное строение металлических кристаллов, анизотропия свойств кристаллов, методы изучения строения металлов.

Упругая и пластическая деформация. несовершенства решетки и прочность металлов.

Сверхпластичность. Разрушение. Методы определения механических свойств. Влияние нагрева на строение и свойства деформированного металла (рекристаллизационные процессы).

Твердые растворы. Электронные соединения (фазы Юм-Розери). Фазы Лавеса. Фазы внедрения. Правило фаз. Общие замечания о построении диаграмм состояния. Диаграмма состояния железо-углерод.

Влияние углерода на свойства стали. Влияние постоянных примесей на свойства стали. Сталь различных способов производства.

### **Раздел 2. Термическая обработка материалов**

Температура и время. Классификация видов термической обработки. Термическая обработка и диаграмма состояния. Общие положения закалки. Выбор температуры закалки. Время нагрева.

Химическое воздействие нагревающей среды. Закалочные среды. Прокаливаемость. Внутренние напряжения. Способы закалки. Дефекты, возникающие при закалке. Отжиг и нормализация.

Высокочастотная закалка. Теория химико-термической обработки. Азотирование. Диффузионная металлизация.

### **Раздел 3. Легированные материалы**

Классификация примесей. Влияние элементов на полиморфизм железа. Распределение легирующих элементов в стали. Влияние легирующих элементов на превращения в стали. Классификация легированных сталей. Маркировка легированных сталей. Влияние легирования на физические и механические свойства материалов.

### **Раздел 4. Сплавы с особыми физическими свойствами**

Магнитные материалы. Влияние химического состава, кристаллической структуры, деформации кристаллической решетки на магнитные свойства материалов. Обменное взаимодействие электронов. Условие возникновения ферромагнетизма.

Кривая намагничивания. Три стадии процесса намагничивания: смещение, вращение, парапроцесс. Титан, тугоплавкие металлы, сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами, неметаллы с особыми физическими и механическими свойствами.

### **Раздел 5. Новые наноматериалы**

Нанокристаллические материалы (НКМ). Атомная структура границ. Методы получения НКМ (осаждение из газовой фазы, интенсивная пластическая деформация, осаждение из жидких растворов, кристаллизация аморфных сплавов). Магнитомягкие НКМ. Другие типичные НКМ. Углеродные наноматериалы. История вопроса. Структура и физические свойства материалов. Применение.

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

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Материаловедение : учебное пособие / С. И. Богодухов, А. Д. Проскурин, Е. А. Шеин, Е. Ю. Приймак. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 198 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/30061>
2. Материаловедение в машиностроении. В 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. М. Адаскин, Ю. Е. Седов, А. К. Онегина, В. Н. Климов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 258 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00039-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/471897>
3. Материаловедение в машиностроении в 2 ч. Часть 2. : учебник для вузов / А. М. Адаскин, Ю. Е. Седов, А. К. Онегина, В. Н. Климов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00041-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/471898>

### Дополнительная:

1. Гуляев А. П. Металловедение:учебник/А. П. Гуляев.-Москва:Металлургия,1986.-541.-Библиогр. в конце глав
2. Кекало И.Б.Основы магнетизма, металловедения, технологии производства и применения сплавов с особыми физическими свойствами: Разд. "Физич. основы магнетизма металлов и сплавов". "Теплопроводность и теплоэлектр. свойства металлов".курс лекций : в 2-х ч. Ч. 1/И. Б. Кекало, В. Л. Столяров ; ред. Ю. С. Авраамова ; Моск. ин-т стали и сплавов.-М.:МИСиС,1977.-134

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.iprbookshop.ru/20161.html> Физическое материаловедение

<http://www.iprbookshop.ru/21754.html> Физическое материаловедение. Часть 2. Фазовые превращения в металлах и сплавах

<http://www.iprbookshop.ru/37076.html> Основы материаловедения

<http://www.iprbookshop.ru/67345.html> Материаловедение

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Материаловедение** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) ;
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Операционная система "ALT Linux".
2. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
4. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome» или аналогичных.
5. Офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой или маркерной доской.

Практические занятия проходят в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой или маркерной доской. Часть практических занятий проходят в Лаборатории материаловедения, оснащенной специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

Текущий контроль осуществляется в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

Групповые (индивидуальные) консультации проводятся в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

К помещениям для самостоятельной работы студентов относятся:

- Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Материаловедение**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.4**

**Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.4.2</b> Проводит научные исследования, используя современные методы и оборудование, делает анализ данных и представляет их в виде отчета</p>	<p>Знать основной понятийный аппарат физического материаловедения. Владеть методами анализа и интерпретации строения твердых тел, анализировать результаты исследований.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> обучающийся не может даже кратко охарактеризовать тему вопроса и ему не помогают подсказки и наводящие вопросы экзаменатора</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> обучающийся дает лишь краткие сведения по теме вопроса</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> затруднения ответа по некоторым аспектам темы вопроса, если обучающийся может воспользоваться подсказками и наводящими вопросами экзаменатора</p> <p align="center"><b>Отлично</b> полный ответ на вопрос, понимание места рассматриваемой темы в общем контексте дисциплины</p>
<p><b>ОПК.4.1</b> Формулирует задачи, исходя, из поставленной цели и выбирает способы их решения</p>	<p>Уметь устанавливать связи между структурой и свойствам материалов, прогнозировать возможность создания новых материалов, используя заданные критерии.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> обучающийся не может даже кратко охарактеризовать тему вопроса и ему не помогают подсказки и наводящие вопросы экзаменатора</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> обучающийся дает лишь краткие сведения по теме вопроса</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> затруднения ответа по некоторым аспектам темы вопроса, если обучающийся может воспользоваться подсказками и наводящими вопросами экзаменатора</p> <p align="center"><b>Отлично</b> полный ответ на вопрос, понимание места рассматриваемой темы в общем контексте дисциплины</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.4.2</b> Проводит научные исследования, используя современные методы и оборудование, делает анализ данных и представляет их в виде отчета	Раздел 2. Термическая обработка материалов <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать влияние термической обработки на структуру и свойства материалов. Примеры среды для термической обработки и ее влияние на свойства материалов. Внутренние напряжения после термической обработки. Уметь выбирать температуру закалки, отжига и нормализации. Знать основные виды термической обработки и их особенности.
<b>ОПК.4.2</b> Проводит научные исследования, используя современные методы и оборудование, делает анализ данных и представляет их в виде отчета	Раздел 3. Легированные материалы <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Владеть основным понятийным аппаратом физического материаловедения; методами анализа и интерпретации строения твердых тел, анализировать результаты исследований.
<b>ОПК.4.1</b> Формулирует задачи, исходя, из поставленной цели и выбирает способы их решения	Раздел 5. Новые наноматериалы <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Уметь устанавливать связи между структурой и свойствами материалов, прогнозировать возможность создания новых материалов, используя заданные критерии.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Раздел 2. Термическая обработка материалов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знать влияние термической обработки на структуру и свойства материалов (Среды, прокаливаемость, внутренние напряжения после термической обработки)	9
Уметь подобрать время термической обработки для различных материалов.	8
Знать основные виды термической обработки и их особенности.	7
Уметь выбрать температуру закалки, отжига и нормализации.	6

### **Раздел 3. Легированные материалы**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Уметь анализировать диаграмму состояния. Влияние углерода на свойства материалов.	15
Знание влияния легирования на физические и механические свойства материалов.	10
Знать классификацию примесей.	5
Знание влияния легирующих элементов на превращения в стали. Классификация легированных сталей. Маркировка легированных сталей.	5

### **Раздел 5. Новые наноматериалы**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание структуры и свойств нанокристаллических материалов. Методы получения нанокристаллических материалов: осаждение из газовой фазы, интенсивная пластическая деформация, осаждение из жидких растворов, кристаллизация аморфных сплавов).	15
Знание закономерностей теплового расширения металлов и сплавов. Сплавы с заданным значением теплового расширения. Сплавы с постоянным модулем упругости.	8
Знание свойства титана. (Фазовые превращения в титановых сплавах, промышленные титановые сплавы, термическая обработка титановых сплавов и т.д.)	7
Знание классификации, особенностей структуры и свойств новых углеродных наноматериалов	5