

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 30 » 08 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МЕТАЛЛОГРАФИЯ»**

Направление подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль/программа подготовки Материаловедение и цифровые производственные технологии

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

| Семестр | Трудоемкость,<br>зач. ед. / час. | Лекций,<br>час. | Практич.<br>занятий,<br>час. | Лаборат.<br>работ,<br>час. | СРП,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточной<br>аттестации<br>(экзамен/зачет/зачет с<br>оценкой) |
|---------|----------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|--------------|--------------|---|
| V       | 4 / 144                          | 18              |                              | 36                         | 18           | 45           | Экзамен (27 часов)  |
| Итого   | 4 / 144                          | 18              |                              | 36                         | 18           | 45           | Экзамен (27 часов)  |

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – приобретение профессиональных компетенций, предусмотренных требованиями ФГОС ВО, связанных формированием знаний и навыков в исследовании макро- и микроструктуры металла для нахождения связи «структура–свойство», а также установление закономерностей образования структуры для прогнозирования на основе этой связи свойств новых сплавов.

Задачи:

изучение влияния на структуру явлений, происходящих в металлических материалах в условиях производства под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения и др.), а структуры – на свойства;

изучение влияния условий кристаллизации, пластической деформации и рекристаллизации на структуру и свойства металлов и сплавов;

установление взаимосвязи между качественными и количественными характеристиками структуры, и физическими, химическими, механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами металлических материалов;

устанавливая закономерности образования структуры, прогнозировать свойства новых сплавов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Металлография» относится к вариативной части ОПОП ВО, ее изучают в 5-ом семестре. Пререквизиты дисциплины: математики, химии, физики, общее материаловедение и технологии материалов. Студент также должен иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией, уметь использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации.

Постреквизиты: методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей; технология и оборудование термической и химико-термической обработки; выбор материалов и технологий в машиностроении и др.; а также при прохождении производственной практики и выполнении ВКР.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

| Код формируемых компетенций | Уровень освоения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)   |
|-----------------------------|------------------------------|--|
| ПК-4                        | Частичное                    | <b>Знать:</b> влияние на структуру явлений, происходящих в металлических материалах в условиях производства под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения и др.), а структуры – на свойства.<br><b>Уметь:</b> использовать на практике современные представления наук о материалах.<br><b>Владеть:</b> способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств металлических материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модифицировании |
| ПК-5                        | Частичное                    | <b>Знать:</b> закономерности образования структуры, изменения механических, технологических и эксплуатационных свойств металлов и сплавов в зависимости от изменения его структуры.<br><b>Уметь:</b> устанавливать взаимосвязь между качественными и количественными характеристиками структуры, и физическими, химическими, механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами металлических материалов.  |

|       |           |  |
|-------|-----------|--|
|       |           | <b>Владеть:</b> готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении металлических материалов, процессов их производства, обработки и модификации.  |
| ПК-12 | Частичное | <b>Знать:</b> требования к технике безопасности при приготовлении шлифов и работы с оборудованием.<br><b>Уметь:</b> работать на световом микроскопе; изготавливать микрошлифы; выявлять на шлифах типичные структурные составляющие, проводить металлографический анализ промышленных сталей и чугунов, цветных металлов и сплавов; изготавливать макрошлифы; проводить макроструктурный анализ.<br><b>Владеть:</b> практическими навыками металлографического исследования. |

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

| № п/п                      | Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины                      | Семестр  | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                      |                     |           | Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|----------------------------|---|----------|-----------------|--|----------------------|---------------------|-----------|---|---|
|                            |   |          |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС       |   |   |
| 1                          | Раздел 1. Характеристика реального металла. Затвердевание металлов. | 5        | 1-2             | 2  |                      |                     | 6         | -   |   |
| 2                          | Раздел 2. Практическая металлография.                               | 5        | 3-4             | 6  |                      | 18                  | 14        | 6 / 25  | Рейтинг-контроль 1  |
|                            |   |          | 5-6             |  |                      |                     |           |   |   |
|                            |   |          | 7-8             |  |                      |                     |           |   |   |
| 3                          | Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа.                   | 5        | 9-10            | 6  |                      | 12                  | 15        | 9 / 50  | Рейтинг-контроль 2  |
|                            |   |          | 11-12           |  |                      |                     |           |   |   |
|                            |   |          | 13-14           |  |                      |                     |           |   |   |
| 4                          | Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.                 | 5        | 15-16           | 4  |                      | 6                   | 10        | 5 / 50  | Рейтинг-контроль 3  |
|                            |   |          | 17-18           |  |                      |                     |           |   |   |
| <b>Итого по дисциплине</b> |   | <b>5</b> | <b>18</b>       | <b>18</b>  |                      | <b>36</b>           | <b>45</b> | <b>20 / 37</b>  | <b>Экзамен</b>  |

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

##### *Раздел 1. Характеристика реального металла. Затвердевание металлов.*

Тема 1.1. Значение, цель и задачи курса «Металлография». Характеристика реального металла: Примеси в металлах.

Тема 1.2. Затвердевание металлов: Структура жидких металлов. Процесс затвердевания. Форма кристаллов, образующих при затвердевании металла. Возникновение дефектов решетки при затвердевании.

##### *Раздел 2. Практическая металлография.*

Тема 2.1. Металлографические микроскопы: Увеличение объекта. Принципиальная схема микроскопа. Разрешающая способность микроскопа. Объективы и окуляры. Общие правила обращения с микроскопом.

Тема 2.2. Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением. Особенности

приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.

Тема 2.3. Методы выявления микроструктуры металлов: Основы выявления микроструктуры. Различные способы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.

Тема 2.4. Методы определения неметаллических включений: Источники образования включений. Классификация неметаллических включений. Металлографические методы изучения неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.

Тема 2.5. Методы количественной металлографии: Определение величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна». Определение фазового состава сплавов.

Тема 2.6. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.

Тема 2.7. ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры».

### *Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа.*

Тема 3.1. Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали.

Тема 3.2. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (отжиг, закалка, отпуск, химико-термическая обработка). Влияние цементации и последующей термической обработки на структуру и свойства цементованного слоя. Влияние азотирования на структуру и свойства поверхностного слоя.

Тема 3.3. Металлография сварных швов. Металлографический контроль сварных швов. Зона термического влияния.

Тема 3.4. Микроструктура легированных сталей. Типовые диаграммы равновесия Fe-M. Структура марганцевой стали. Структура хромистой стали. Структура никелевой стали. Структура кремнистой стали.

Тема 3.5. Макро- и микроструктура чугунов. ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры».

### *Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.*

Тема 4.1. Микроструктура меди и ее сплавов.

Тема 4.2. Микроструктура алюминия и его сплавов.

Тема 4.3. Микроструктура титана и его сплавов.

Заключение.

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

### *Раздел 2. Практическая металлография.*

Тема 2.1. Металлографические микроскопы: Увеличение объекта. Принципиальная схема микроскопа. Разрешающая способность микроскопа. Объективы и окуляры. Общие правила обращения с микроскопом.

Содержание лабораторных занятий.

Изучение металлографического микроскопа

Тема 2.2. Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением. Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.

Тема 2.3. Методы выявления микроструктуры металлов: Основы выявления микроструктуры. Различные способы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.

Содержание лабораторных занятий.

Приготовление образцов для изучения микроструктуры с помощью светового микроскопа.

Тема 2.4. Методы определения неметаллических включений: Источники образования включений. Классификация неметаллических включений. Металлографические методы изучения

неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.

Тема 2.5. Методы количественной металлографии: Определение величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна». Определение фазового состава сплавов.

Содержание лабораторных занятий.

Количественный металлографический анализ.

Тема 2.6. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.

Содержание лабораторных занятий.

Измерение микротвердости.

*Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа.*

Тема 3.2. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (отжиг, закалка, отпуск, химико-термическая обработка).

Содержание лабораторных занятий.

Изучение влияния термической обработки на структуру углеродистых сталей.

Тема 3.3. Металлография сварных швов. Металлографический контроль сварных швов. Зона термического влияния.

Содержание лабораторных занятий.

Металлография сварных швов.

Тема 3.5. Макро- и микроструктура чугунов. ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры».

Содержание лабораторных занятий.

Изучение структуры чугуна с различной формой графита

*Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.*

Тема 4.1. Микроструктура меди и ее сплавов.

Содержание лабораторных занятий.

Металлография меди и сплавов на её основе.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Металлография» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Лекции-визуализации (темы 1.2, 2.4, 3.2, 3.3, 3.5);
- Лекции-консультации (темы 2.2, 2.3, 2.7, 3.1, 3.4, 4.2, 4.3);
- Разбор конкретных ситуаций (темы 2.5, 4.1);
- Кейс-методы (тема 3.2).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Текущий контроль в форме рейтинг-контроля**

#### *Вопросы к рейтинг-контролю № 1*

1. Значение, цель и задачи курса «Металлография». Характеристика реального металла: Примеси в металлах.

2. Затвердевание металлов: Структура жидких металлов. Процесс затвердевания. Форма кристаллов, образующих при затвердевании металла. Возникновение дефектов решетки при затвердевании.

3. Металлографические микроскопы: Увеличение объекта. Принципиальная схема микроскопа.
4. Разрешающая способность микроскопа. Объективы и окуляры. Общие правила обращения с микроскопом.
5. Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением.
6. Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.
7. Методы выявления микроструктуры металлов: Основы выявления микроструктуры. Различные способы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.

#### *Вопросы к рейтинг-контролю № 2*

1. Методы определения неметаллических включений: Источники образования включений. Классификация неметаллических включений.
2. Металлографические методы изучения неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.
3. Методы количественной металлографии: Определение величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна». Определение фазового состава сплавов.
4. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.
5. ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры».
6. Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали.
7. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (отжиг, закалка, отпуск).

#### *Вопросы к рейтинг-контролю № 3*

1. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (задачи).
2. Микроструктуры сталей, подвергнутых химико-термической обработке. Влияние цементации и последующей термической обработки на структуру и свойства цементованного слоя. Влияние азотирования на структуру и свойства поверхностного слоя.
3. Металлография сварных швов. Металлографический контроль сварных швов. Зона термического влияния.
4. Микроструктура легированных сталей. Типовые диаграммы равновесия Fe-M.
5. Структура марганцевой стали.
6. Структура хромистой стали.
7. Структура никелевой стали.
8. Структура кремнистой стали.
9. Макро- и микроструктура чугунов. ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры».
10. Микроструктура меди и ее сплавов.
11. Микроструктура алюминия и его сплавов/
12. Микроструктура титана и его сплавов.



## Промежуточная аттестация в форме экзамена

### Экзаменационные вопросы

#### Часть I. Теоретические вопросы

1. Значение, цель и задачи курса «Металлография». Характеристика реального металла: Примеси в металлах.
2. Затвердевание металлов: Структура жидких металлов. Процесс затвердевания. Форма кристаллов, образующихся при затвердевании металла. Возникновение дефектов решетки при затвердевании.
3. Металлографические микроскопы: Увеличение объекта. Принципиальная схема микроскопа.
4. Разрешающая способность микроскопа. Объективы и окуляры. Общие правила обращения с микроскопом.
5. Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением.
6. Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.
7. Методы выявления микроструктуры металлов: Основы выявления микроструктуры. Различные способы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов. Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.
8. Методы определения неметаллических включений: Источники образования включений. Классификация неметаллических включений.
9. Металлографические методы изучения неметаллических включений. Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.
10. Методы количественной металлографии: Определение величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна». Определение фазового состава сплавов.
11. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.
12. ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры».
13. Макро- и микроструктура литой и горячедеформированной углеродистой стали.
14. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (отжиг, закалка, отпуск).
15. Микроструктуры сталей, подвергнутых химико-термической обработке. Влияние цементации и последующей термической обработки на структуру и свойства цементованного слоя. Влияние азотирования на структуру и свойства поверхностного слоя.
16. Металлография сварных швов. Металлографический контроль сварных швов. Зона термического влияния.
17. Микроструктура легированных сталей. Типовые диаграммы равновесия Fe-M.
18. Структура марганцевой стали.
19. Структура хромистой стали.
20. Структура никелевой стали.
21. Структура кремнистой стали.
22. Макро- и микроструктура чугунов. ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры».
23. Микроструктура меди и ее сплавов.
24. Микроструктура алюминия и его сплавов.
25. Микроструктура титана и его сплавов.

#### Часть II. Задачи практического характера

Возможен следующий тип задач:

По структуре указать сталь и термическую обработку.

Назначить для указанной стали режимы термической обработки и структуру после каждого вида ТО.

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

### *Раздел 2. Практическая металлография.*

Тема 2.2. Приготовление микрошлифов: Отбор образцов для металлографического исследования. Шлифование и полировка шлифов. Выявление структуры травлением.

Тема 2.3. Методы выявления микроструктуры металлов: Основы выявления микроструктуры. Различные способы выявления микроструктуры. Химическое травление. Взвешивание химических веществ для приготовления реактивов.

Тема 2.4. Методы определения неметаллических включений: Металлографические методы изучения неметаллических включений.

Тема 2.5. Методы количественной металлографии: Определение величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна».

Тема 2.6. Измерение микротвердости. Область применения метода микротвердости.

### *Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа.*

Тема 3.1. Макро- и микроструктура литой углеродистой стали.

Тема 3.3. Металлография сварных швов.

Тема 3.4. Типовые диаграммы равновесия Fe-M.

### *Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.*

Тема 4.2. Микроструктура алюминия и его сплавов.

## **Самостоятельная работа**

### *Раздел 1. Характеристика реального металла. Затвердевание металлов.*

Тема 1.2. Затвердевание металлов: Структура жидких металлов. Процесс затвердевания. Форма кристаллов, образующих при затвердевании металла. Возникновение дефектов решетки при затвердевании.

### *Раздел 2. Практическая металлография.*

Тема 2.2. Приготовление микрошлифов: Особенности приготовления микрошлифов различных сплавов. Хранение микрошлифов. Техника безопасности при приготовлении шлифов.

Тема 2.3. Методы выявления микроструктуры металлов: Электролитическое травление. Техника безопасности при травлении шлифов.

Тема 2.4. Методы определения неметаллических включений: Методы выделения и последующего изучения неметаллических включений.

Тема 2.5. Методы количественной металлографии: Определение величины зерна. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна».

Тема 2.7. ГОСТ 10243-75 «Методы испытаний и оценки макроструктуры».

### *Раздел 3. Металлография сплавов на основе железа.*

Тема 3.1. Макро- и микроструктура горячедеформированной углеродистой стали.

Тема 3.2. Микроструктуры сталей при различных термических обработках (химико-термическая обработка). Влияние цементации и последующей термической обработки на структуру и свойства цементованного слоя. Влияние азотирования на структуру и свойства поверхностного слоя.

Тема 3.4. Структура марганцевой стали. Структура хромистой стали. Структура никелевой стали. Структура кремнистой стали.

Тема 3.5. Макро- и микроструктура чугунов. ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры».

### *Раздел 4. Металлография цветных металлов и сплавов.*

Тема 4.1. Микроструктура меди и ее сплавов.

Тема 4.3. Микроструктура титана и его сплавов.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

| Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство  | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ   |   |
|--|-------------|---|---|
|  |             | Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО | Наличие в электронной библиотеке ВлГУ   |
| Основная литература  |             |   |   |
| 1. Белихов А.Б. Основы практической металлографии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Белихов А.Б., Белкин П.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 56 с.  | 2013        |   | <a href="http://www.iprbookshop.ru/18391">http://www.iprbookshop.ru/18391</a>   |
| 2. Картонова Л. В. Основы материаловедения металлических и неметаллических веществ/ Л. В. Картонова, В. А. Кечин. – Владимир: Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых (ВлГУ), 2014. – 176 с. Издание на др. носителе: <u>Основы материаловедения металлических и неметаллических веществ [Электронный ресурс]</u> . ISBN 978-5-9984-0503-7. | 2014        | 48  |   |
| 3. Материаловедение и технология материалов: Учебное пособие / К.А. Батышев, В.И. Безпалько; Под ред. А.И. Батышева, А.А. Смолькина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 288 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-004821-5   | 2013        |   | <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=397679">http://znanium.com/bookread2.php?book=397679</a>                         |
| 4. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006899-2   | 2014        |   | <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=413166">http://znanium.com/bookread2.php?book=413166</a>                         |
| Дополнительная литература  |             |   |   |
| 1. Металлография металлов, порошковых материалов и покрытий, полученных электроискровыми способами: Монография / В.Н. Гадалов, В.Г. Сальников, Е.В. Агеев, Д.Н. Романенко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 468 с. - ISBN 978-5-16-009752-7.   | 2016        |   | <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=456122">http://znanium.com/bookread2.php?book=456122</a>                         |
| 2. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебное иллюстрированное пособие / Е.Г. Зарембо. - М.: УМЦ ЖДТ, 2009.  | 2009        |   | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9755999400475.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9755999400475.html</a> |

### 7.2. Периодические издания

Журналы «Вопросы материаловедения», «Материаловедение».

### 7.3. Интернет-ресурсы

[www.materialscience.ru](http://www.materialscience.ru),  
<http://xn--80aagiccszszw.xn--p1ai/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические/лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях.

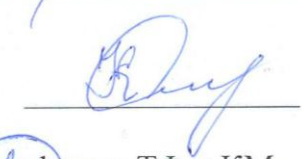
Лекционные аудитории оборудованы проекторами. Ноутбук.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MS Windows, MS PowerPoint.

Рабочую программу составила  
доцент кафедры ТФ и КМ, к.т.н. Л.В. Картонова



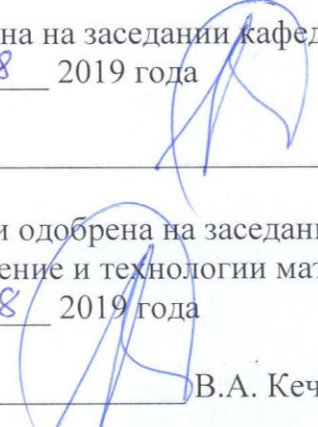
Рецензент  
Начальник по производству ООО «ИнЛитТех»



Е.В. Бельмисова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТФ и КМ  
Протокол № 1 от 30.08 2019 года

Заведующий кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_ В.А. Кечин



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»  
Протокол № 1 от 30.08 2019 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ В.А. Кечин