

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1150006	Методология исследований металлов, сплавов и изделий из них

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Metallurgy	<b>Код ОП</b> 1. 22.03.02/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Metallurgy	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 22.03.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Коэмец Ольга Аркадьевна	к.т.н., доцент	доцент	Термообработки и физики металлов
2	Нарыгина Ирина Вячеславовна	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	термообработки и физики металлов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Методология исследований металлов, сплавов и изделий из них**

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Методология исследований металлов, сплавов и изделий из них» включает дисциплины «Рентгеноструктурный анализ», «Электронная микроскопия», «Спецпрактикум». В модуле изучаются вопросы образования структуры металлов и сплавов и методы ее изучения, рассматриваются основы наиболее востребованных методик анализа структуры и состава веществ – оптической, электронной микроскопии и рентгеноструктурного фазового анализа. Содержание дисциплин включает знания о применении получаемой информации о структуре, фазовом и химическом составе в практике решения различных задач материаловедения и металлургии (например, оптимизация режимов термической обработки, анализ производственных дефектов). Студенты обучаются обоснованному выбору рациональных комбинаций методик исследования и оценки достоверности их результатов. Предусматривается изложение материала на основе системного подхода в обучении, использования средств информационных технологий и вычислительной техники, а также практическое применение студентами теоретических знаний о строении и свойствах металлов и сплавов, используемых в технике, методов термического воздействия на металл для получения оптимальной структуры и свойств, формирование у студентов практических умений работы с исследовательским оборудованием.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Рентгеноструктурный анализ	6
2	Электронная микроскопия	5
ИТОГО по модулю:		11

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
---------------------------	--------------------------------	----------------------------------------------

1	2	3
Рентгеноструктурный анализ	ПК-35 - Способен анализировать, подготавливать, моделировать и проводить эксперименты на оборудовании с использованием необходимых методик и обрабатывать их результаты	<p>З-3 - Характеризовать методы теоретического и экспериментального анализа металлов и сплавов после термообработки для выявления связи между характеристиками объекта исследования</p> <p>З-4 - Описывать процедуры подготовки и проведения эксперимента для анализа технологических процессов термообработки металла и обработки полученных данных</p> <p>З-5 - Описывать возможности применения метода научного моделирования к исследованию технологических процессов термообработки металла, методику создания различных моделей с учетом поставленных задач и области их использования, методы и критерии оценки моделей.</p> <p>У-3 - Выявлять связи между характеристиками объекта исследования с помощью методов теоретического и экспериментального анализа</p> <p>У-4 - Определять возможности и методику создания моделей технологического процесса термообработки металла или его отдельных этапов, формулировать область их применения.</p> <p>П-3 - Моделировать технологический процесс термообработки металла или его отдельных этапов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, в том числе с помощью программ для обработки данных, и представлять в виде отчета</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень ответственности и самостоятельности</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	ПК-38 - Способен осуществлять контроль качества по стандартным методикам на всех этапах производства, выявлять и	<p>З-1 - Классифицировать дефекты видов изделий, получаемых различными переделами и способы их устранения</p> <p>З-2 - Перечислить требования, предъявляемые к качеству изделий, получаемых различными переделами</p>

	<p>анализировать причины брака.</p>	<p>З-3 - Определять факторы, влияющие на образование брака видов изделий, получаемых различными переделами, и способы их предупреждения и устранения</p> <p>У-1 - Анализировать причины образования дефектов и предлагать варианты их предупреждения и устранения для изделий из металла, получаемых в процессе термообработки.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению образования дефектов на изделиях, получаемых в результате термообработки металла, на основе анализа их причин</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности при работе со специальной литературой</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности</p>
<p>Электронная микроскопия</p>	<p>ПК-38 - Способен осуществлять контроль качества по стандартным методикам на всех этапах производства, выявлять и анализировать причины брака.</p>	<p>З-1 - Классифицировать дефекты видов изделий, получаемых различными переделами и способы их устранения</p> <p>З-2 - Перечислить требования, предъявляемые к качеству изделий, получаемых различными переделами</p> <p>З-3 - Определять факторы, влияющие на образование брака видов изделий, получаемых различными переделами, и способы их предупреждения и устранения</p> <p>У-1 - Анализировать причины образования дефектов и предлагать варианты их предупреждения и устранения для изделий из металла, получаемых в процессе термообработки.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению образования дефектов на изделиях, получаемых в результате термообработки металла, на основе анализа их причин</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности при работе со специальной литературой</p>

		Д-2 - Демонстрировать аналитические способности
--	--	-------------------------------------------------

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Рентгеноструктурный анализ**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Нарыгина Ирина Вячеславовна	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	термообработки и физики металлов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Нарыгина Ирина Вячеславовна, Доцент, термообработки и физики металлов

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Рентгеновское излучение	Предмет курса, развитие рентгенографии, роль в изучении структуры и фазовых превращений, основные направления, по которым шло развитие рентгенографии, рентгеноструктурный и рентгеноспектральный фазовый анализ.
P2	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом	Физика рентгеновских лучей. Получение рентгеновских лучей. Природа, свойства рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Излучение со сплошным спектром. Характеристический спектр, теория его происхождения и закономерности. Применение лучей со сплошным и характеристическим спектром. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество, рассеяние, вторичное характеристическое излучение. Поглощение рентгеновских лучей, линейный и массовый коэффициент ослабления.
P3	Дифракция рентгеновского излучения	Основы рентгеноструктурного анализа. Элементы структурной кристаллографии. Индексы точки, прямой и плоскости в кристалле. Тип и базис решетки. Обратная решетка, свойства вектора обратной решетки. Кристаллографические проекции. Уравнение Вульфа-Бреггов и его физический смысл, практическое использование. Дифракция рентгеновских лучей на кристалле. Уравнение Лауэ. Геометрическая трактовка условий дифракции с помощью представлений об обратном пространстве.



Р4	Рентгеноструктурный фазовый анализ	Методы регистрации дифракционных картин. Устройство и принцип действия современного рентгеновского дифрактометра. Дифрактограммы. Индицирование порошковых дифрактограмм. Качественный и количественный фазовый анализ. Безэталонный количественный анализ по методу Ритвельда. Терморентгенография. Анализ текстуры материалов дифрактометрическим методом. Построение прямых и обратных полюсных фигур.
----	------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-35 - Способен анализировать, подготавливать, моделировать и проводить эксперименты на оборудовании с использованием необходимых методик и обрабатывать их результаты	<p>3-3 - Характеризовать методы теоретического и экспериментального анализа металлов и сплавов после термообработки для выявления связи между характеристиками объекта исследования</p> <p>3-4 - Описывать процедуры подготовки и проведения эксперимента для анализа технологических процессов термообработки металла и обработки полученных данных</p> <p>3-5 - Описывать возможности применения метода научного моделирования к исследованию технологических</p>

			<p>процессов термообработки металла, методику создания различных моделей с учетом поставленных задач и области их использования, методы и критерии оценки моделей.</p> <p>У-3 - Выявлять связи между характеристиками объекта исследования с помощью методов теоретического и экспериментального анализа</p> <p>У-4 - Определять возможности и методику создания моделей технологического процесса термообработки металла или его отдельных этапов, формулировать область их применения.</p> <p>П-3 - Моделировать технологический процесс термообработки металла или его отдельных этапов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, в том числе с помощью программ для обработки данных, и представлять в</p>
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<p>виде отчета</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень ответственности и самостоятельност и</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
--	--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Рентгеноструктурный анализ

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; Рентгенография металлов и сплавов : учебное пособие.; Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, Липецк; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/106254.html> (Электронное издание)
2. Журавель, , Л. В.; Рентгенография металлов и сплавов : лабораторный практикум.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/91793.html> (Электронное издание)
3. Агеев, Н. В.; Рентгенография металлов и сплавов; КУБУЧ, Ленинград; 1932; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=100990> (Электронное издание)
4. , Копылова, В. А., Черемных, В. Г.; Рентгеноанализ твердых растворов : Метод. разработка к лаб. практикуму по курсу "Рентгенография металлов" для студентов очного обучения металлург. спец..; УПИ, Свердловск; 1982; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1007> (Электронное издание)
5. Жданов, Г. С.; Рентгенография металлов 1. ; Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, Москва, Ленинград; 1941; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103647> (Электронное издание)
6. Уманский, Я. С.; Рентгенография металлов и полупроводников : монография.; Металлургия, Москва; 1969; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=475626> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. ; Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : учеб. для вузов по специальности "Физика металлов" и "Металловедение, оборудование и технология терм. обраб. металлов"; Металлургия, Москва; 1982 (92 экз.)
2. Горелик, С. С., Расторгуев, Л. Н., Скаков, Ю. А.; Рентгенографический и электронно-оптический анализ : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 550500-Металлургия, 651300-Металлургия, 651800-Физ. материаловедение.; МИСИС, Москва; 2002 (38 экз.)
3. Брандон, Д., Каплан, У., Баженов, С. Л., Егорова, О. В.; Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подгот.

"Прикладные математика и физика".; Техносфера, Москва; 2004 (43 экз.)

4. Русаков, А. А.; Рентгенография металлов : Учебник для вузов по специальности "Физика металлов".; Атомиздат, Москва; 1977 (17 экз.)

5. Миркин, Л. И.; Рентгеноструктурный анализ. Индексирование рентгенограмм : Справ. руководство.; Наука, Москва; 1981 (17 экз.)

6. Новиков, И. И., Новиков, А. И., Строганов, Г. Б.; Металловедение, термообработка и рентгенография : Учеб. для металлург. и машиностроит. специальностей вузов.; МИСИС: Металлургия, Москва; 1994 (14 экз.)

7. Утевский, Л. М.; Дифракционная электронная микроскопия в металлведении; Металлургия, Москва; 1973 (5 экз.)

8. Уманский, Я. С.; Рентгенография металлов : Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Физ.-хим. исследования металлург. процессов" и "Физика металлов".; Металлургия, Москва; 1967 (4 экз.)

9. Бородкина, М. М.; Рентгенографический анализ текстуры металлов и сплавов; Металлургия, Москва; 1981 (4 экз.)

10. Тейлор, А., Пинес, Б. Я.; Рентгеновская металлография; Металлургия, Москва; 1965 (4 экз.)

11. ; Рентгенография в физическом металлведении; Металлургиздат, Москва; 1961 (4 экз.)

12. Фарбер, В. М., Архангельская, А. А., Попов, А. А.; Дифракционные методы анализа : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям 070900, 110500, 07100.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2005 (1 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<http://www.crystallography.net>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рентгеноструктурный анализ**

### **Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
--------------	---------------------	----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	
--	--	-------------------------------------------------------------------	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Электронная микроскопия**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Нарыгина Ирина Вячеславовна	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	термообработки и физики металлов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Нарыгина Ирина Вячеславовна, Доцент, термообработки и физики металлов

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Металлографические методы исследования	Исследование макроструктуры. Металлографические исследования: изготовление образцов, травление микрошлифов. Основные типы и конструктивные особенности металлографических микроскопов. Специальные методы: высоко и низкотемпературная металлография, исследование деформации образцов под микроскопом, интерференционный метод. Принципы количественной металлографии.
P2	Растровая электронная микроскопия	Растровая электронная микроскопия и микрорентгеновский спектральный анализы. Принцип работы и принципиальная схема современных растровых электронных микроскопов Принципы получения изображения, качественный и количественный анализы содержания химических элементов. Выбор условий работы РЭМ и подготовка образцов. Дифракция отраженных электронов. Аппаратура. Анализ дифракционных картин и основные результаты исследований. Спектроскопия Оже-электронов. Механизм Оже-эффекта и характеристика спектра Оже-электронов. Экспериментальная техника и применение Оже-элек-тронной спектроскопии.
P3	Просвечивающая электронная микроскопия	Просвечивающая электронная микроскопия и микрорентгеновский спектральный анализ тонких фольг. Принцип работы и принципиальная схема современных просвечивающих электронных микроскопов Принципы получения изображения, качественный и количественный



		анализы содержания химических элементов. Выбор условий работы ПЭМ и подготовка образцов.
<b>P4</b>	Рентгенографический анализ текстуры твердых тел	Современные методы рентгеноанализа текстуры металлов и сплавов. Методы оценки текстуры по прямым полюсным фигурам, оценки характеристик тонкой структуры наклепанных образцов. Сопоставление их результатов и современная трактовка.
<b>P5</b>	Организация лаборатории структурных методов анализа	Задачи, решаемые лабораторией структурного анализа; основные методы исследования, применяемые в научно-исследовательских институтах и центральных заводских лабораториях.  Выбор оборудования для лаборатории структурных методов анализа исследовательского и контрольного характера.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская  целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-38 - Способен осуществлять контроль качества по стандартным методикам на всех этапах производства, выявлять и анализировать причины брака.	3-1 - Классифицировать дефекты видов изделий, получаемых различными переделами и способы их устранения  3-2 - Перечислить требования, предъявляемые к качеству изделий, получаемых различными переделами  3-3 - Определять факторы, влияющие на образование брака видов изделий, получаемых различными переделами, и способы их предупреждения и устранения

				<p>У-1 - Анализировать причины образования дефектов и предлагать варианты их предупреждения и устранения для изделий из металла, получаемых в процессе термообработки.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению образования дефектов на изделиях, получаемых в результате термообработки металла, на основе анализа их причин</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень самостоятельности и при работе со специальной литературой</p> <p>Д-2 - Демонстрировать аналитические способности</p>
--	--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Электронная микроскопия**

**Электронные ресурсы (издания)**

1. Белихов, , А. Б.; Основы практической металлографии : учебное пособие.; Вузовское образование,

Саратов; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/18391.html> (Электронное издание)

2. Панова, Т. В.; Современные методы исследования вещества. Электронная и оптическая микроскопия : учебное пособие.; Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, Омск; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/60748.html> (Электронное издание)

3. Филимонова, Н. И.; Методы электронной микроскопии : учебное пособие.; Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/69545.html> (Электронное издание)

4. Кларк, Э. Р., Баженов, С. Л.; Микроскопические методы исследования материалов : монография.; РИЦ Техносфера, Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115673> (Электронное издание)

5. Неволин, В. К.; Зондовые нанотехнологии в электронике : монография.; Техносфера, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260697> (Электронное издание)

6. ; Методологические аспекты сканирующей зондовой микроскопии: сборник докладов XI Международной конференции. Минск, 21–24 октября 2014 г. : материалы конференций.; Белорусская наука, Минск; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330560> (Электронное издание)

7. Вознесенский, Э. Ф.; Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428294> (Электронное издание)

8. Морозова, К. Н.; Основы электронной микроскопии : учебно-методическое пособие.; Новосибирский государственный университет, Новосибирск; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/104342.html> (Электронное издание)

9. , Шульгина, Б. В.; Методы и приборы сканирующей зондовой микроскопии : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, Екатеринбург; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/106414.html> (Электронное издание)

10. ; Современные методы структурного анализа веществ : учебник.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241003> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. ; Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : учеб. для вузов по специальности "Физика металлов" и "Металловедение, оборудование и технология терм. обраб. металлов".; Металлургия, Москва; 1982 (92 экз.)

2. Вегман, Е. Ф., Руфанов, Ю. Г., Федорченко, И. Н.; Кристаллография, минералогия, петрография и рентгенография : Учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1990 (17 экз.)

3. Горелик, С. С., Расторгуев, Л. Н., Скаков, Ю. А.; Рентгенографический и электронно-оптический анализ : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 550500-Металлургия, 651300-Металлургия, 651800-Физ. материаловедение.; МИСИС, Москва; 2002 (38 экз.)

4. Утевский, Л. М.; Дифракционная электронная микроскопия в металловедении; Металлургия, Москва; 1973 (5 экз.)

5. Энгель, Л., Бернштейн, М. Л., Клингеле, Г.; Растровая электронная микроскопия. Разрушение : Справочник.; Металлургия, Москва; 1986 (5 экз.)

6. , Тавадзе, Ф. Н., Херодинашвили, З. Ш.; Металлография железа : В 3 т. Т. 1. Основы металлографии (С атласом микрофотографий); Металлургия, Москва; 1972 (4 экз.)

7. , Калинин, В. П., Тавадзе, Ф. Н.; Металлография железа ( С атласом микрофотографий : В 3 т. Т. 2.

Структура сталей ; Metallurgia, Москва; 1972 (6 экз.)

8. , Даниленко, Л. П., Тавадзе, Ф. Н., Херодинашвили, З. Ш.; Metallographia železa (С атласом микрофотографий : В 3 т. Т. 3. Кристаллизация и деформация сталей ; Metallurgia, Москва; 1972 (3 экз.)

9. Смолмен, Р., Семикоз, В. Б.; Современная metallographia; Атомиздат, Москва; 1970 (4 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Crystallography Open Database - <http://crystallography.net/cod/>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Электронная микроскопия**

#### **Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES