

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
«02» октября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки
Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения - очная

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

Магнитогорск
2018 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 металлургии
и литейных процессов 04.09.2018г. протокол №1.

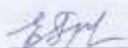
Зав. кафедрой  / К.Н. Вдовин/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машино-
строения и материалобработки 02.10.2018г., протокол № 2.

Председатель  / А.С. Савинов/

Рабочую программу составил:

проф., д.т.н., проф.



 / Е.В. Петроченко/

Рецензент:

доцент каф. МнТО/ДиМ ФГБОУ ВО МГТУ к.т.н., доцент

 / М.А. Шекшеев/

Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	06.09.2019, протокол № 1	
2	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	06.09.2019, протокол № 1	
3	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол № 1	
4	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол № 1	

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы исследования материалов и процессов» является приобретение студентами способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ, готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Методы исследования материалов и процессов» относится к дисциплинам входящих в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин: физика, химия, общее материаловедение и технологии материалов, технология получения изделий в машиностроении, материаловедение, механические свойства материалов, физическая химия, основы термической и химико-термической обработки.

Знания, умения и владения, полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы для научно-исследовательской работы, итоговой государственной аттестации, а также при прохождении производственной – преддипломной практики.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Методы исследования материалов и процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-4 – способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	
Знать	основные методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации
Уметь:	выбирать методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
Владеть:	практическими навыками исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
ПК-5 – готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
Знать:	основные положения по комплексным исследованиям и испытаниям, в том числе стандартным и сертификационным; технологию производства, обработки и модификации
Уметь:	корректно выражать и аргументированно обосновывать положения применения комплексных исследований и испытаний, в том числе стандартных и сертификационных, процессов производства, обработки и модификации
Владеть:	практическими навыками выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, в том числе стандартных и сертификационных, процессов производства, обработки и модификации

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 акад. часов:

- контактная работа – 57,5 акад. часов:
 - аудиторная – 56 акад. часов;
 - внеаудиторная – 1,5 акад. часов
- самостоятельная работа – 50,5 акад. часов;

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Введение. Классификация методов исследований для изучения структуры и свойств материалов и процессов. Методы механических испытаний материалов. Статические испытания. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб. Измерение твердости. Ударные испытания. Испытания на выносливость при циклических нагрузках. Характеристики, определяемые при испытаниях на изнашивание. Методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации. Комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации.	7	6	6		4	Составление конспекта лекций	Собеседование	ПК-4 – зув; ПК-5 – зув.
2. Макроанализ. Задачи, решаемые с помощью макроанализа. Способы приготовления макрошлифов и изломов. Методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физиче-	7	2	4		4	Самостоятельное изучение учебной и научной лите-	Собеседование, защита лабораторных работ	ПК-4 – зув; ПК-5 –

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
ских и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации. Комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации.						ратуры. Подготовка к занятию.		зув.
3. Микроструктурный анализ с использованием световой микроскопии. Физические принципы метода световой микроскопии и его технические возможности и конструкция светового микроскопа. Природа оптического контраста изображения, разрешающая способность и полезное увеличение. Количественная металлография. Высокотемпературные микроскопы: особенности конструкции. Методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации. Комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации.	7	2	6/4И		6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к занятию	Собеседование, защита лабораторных работ	ПК-4 – зув; ПК-5 – зув.
4. Электронно-микроскопический анализ. Просвечивающий дифракционный анализ. Микродифракционный фазовый анализ. Сканирующая электронная микроскопия. Микрорентгеноспектральный анализ. Методы исследования, анализа и диагностики свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации. Технологические процессы производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них.	7	2	4/4И		6	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы	Собеседование РК.1	ПК-4 – зув; ПК-5 – зув.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия				
5. Использование рентгеновских лучей для изучения материалов и процессов. Фазовый (качественный и количественный) анализ. Анализ фазового состава металлических сплавов после термической обработки. Рентгеновский анализ фазового состава и структурного состояния тонких приповерхностных слоев и покрытий. Методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации. Технологические процессы производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	7	2	4/4И		6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к занятию	Собеседование. Устный опрос; защита лабораторных работ; контрольные работы	ПК-4 – зув ПК-5 – зув
6. Современные методы спектрального анализа. Ожэ-спектроскопия, ядерный гамма-резонансный, фотоэлектронная спектроскопия, масс-спектроскопия; их параметры и аналитическое применение (исследование тонкой структуры, фазовый и химический анализ). Комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации.	7	2			6	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к занятию.	Собеседование. РК.2	ПК-5 – зув
7. Электрические и термоэлектрические методы контроля. Связь электропроводности с составом, структурой и свойствами материалов. Методы выявления дефектов в материалах и покрытиях. Использование метода термоэдс для контроля состава сплавов. Комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и моди-	7	4			6	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к занятию.	Собеседование	ПК-5 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
фиксации								
8. Магнитные методы контроля. Основные магнитные характеристики и их связь с составом, структурой и свойствами материалов. Физические основы контроля: феррозондового, магнитопорошкового, магнито-отрывного, магнитографического, вихретокового, магнитометрии и коэрцитометрии.	7	4	2		6,5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к занятию.	Собеседование. Устный опрос; защита лабораторных работ; контрольные работы	ПК-4 – зув ПК-5 – зув
9. Методы и техника контроля технологических режимов при получении и обработке материалов. Методы контроля температуры процессов, скорости их протекания, давления, состава и концентрации веществ. Обработка результатов измерений. Технологические процессы производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами	7	4	2		6	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к занятию.	Собеседование. Устный опрос; защита лабораторных работ; контрольные работы	ПК-5 – зув
Итого по дисциплине		28	28/12И		50,5		Зачет	

5 Образовательные и информационные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении лабораторных занятий используются работа в команде и обсуждение полученных результатов.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки к лабораторным занятиям, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

На первом занятии следует детально рассказать о образовательных целях и задачах изучения дисциплины. Следует представить структуру курса и программу его изучения с указанием первоисточников. Поэтапно описать способы достижения заданных результатов-целей. Дать информацию об условиях сдачи экзамена.

На занятии студенты работают по индивидуальным заданиям с последующим групповым анализом полученных результатов в традиционной форме (коллективное взаимодействие по технологии активного обучения).

На лекционных, лабораторных и практических занятиях применяются элементы на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

Оценка микроструктуры материалов проводится при помощи современной профессиональной компьютерной программы количественного анализа изображений – «Тихометрго».

Все лабораторные занятия по выявлению структуры и анализа свойств материалов проводятся с демонстрацией реальных образцов или деталей, полученных от производителей или потребителей изделий.

На каждом занятии студенты оформляют отчет, в котором необходимо привести: краткие теоретические данные по вопросам работы; описание установок и методик испытаний таблицы испытаний; графики и зависимостей; выводы по работе.

Поскольку занятия проводят высококлассные преподаватели достижение необходимых результатов усвоения программы гарантировано (при условии ответственного отношения студента к изучению предмета).

Воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя гарантируется правильно составленной программой дисциплины.

Следует помнить, что современные условия жизни постоянно требуют внесения корректив для оценки процессов, новых методов, методик, способы – все это следует отслеживать, актуализировать и оперативно внедрять в учебный процесс.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Вопросы для контроля текущей успеваемости обучающихся

Рейтинг-контроль № 1

1. Классификация методов анализа
2. Физико-химические методы анализа.
3. Контроль механических свойств.
4. Контроль макро- и микроструктуры сырья и деталей.
5. Природа рентгеновских лучей.

6. Сплошной и характеристический спектр рентгеновских лучей.
7. Рентгеновские камеры и аппараты.
8. Метод порошка.
9. Метод Лауэ.
10. Просвечивающая электронная микроскопия.

Рейтинг-контроль № 2

1. Метод реплик, метод фольг.
2. Растровая электронная микроскопия.
3. Микрорентгеноспектральный анализ.
4. Акустический метод анализа материалов.
5. Парамагнитный резонансный метод;
6. Рентгеновская дефектоскопия.
7. Магнитный метод контроля поверхностных трещин.
8. Капиллярный метод.
9. Подготовка проб и образцов для анализа.
10. Анализ химического состава сплава.

Примерный перечень тем рефератов:

1. Современные методы механических испытаний материалов.
2. Испытания падающим грузом.
3. Испытания износостойких материалов.
4. Хладостойкие материалы: критерии хладостойкости, основные группы.
5. Усталость материалов и ее определение.
6. Задачи, решаемые с помощью макроанализа
7. Методы количественной металлографии
8. Рентгеновские методы исследования материалов
9. Микрорентгеноспектральный анализ
10. Методы контроля температуры

Перечень тем и заданий для подготовки к зачету

1. Визуальный эмиссионный спектральный анализ.
2. Фотографический эмиссионный спектральный анализ.
3. Атомно-абсорбционный анализ.
4. Люминесцентный анализ.
5. Фотометрические методы анализа (фотоколориметрия).
6. Фотометрические методы анализа (спектрофотометрия).
7. Рентгеновские спектры.
8. Поглощение рентгеновского излучения.
9. Основные узлы и конструкция рентгеновских спектральных приборов.
10. Качественный рентгеноспектральный анализ.
11. Количественный рентгеноспектральный анализ.
12. Практическое применение рентгеноспектрального анализа.
13. Масс-спектрометрия.
14. Дефектоскопия.
15. Качественный анализ материалов и сплавов.
16. Методы определения газов (кислород, азот, водород) в металлах.
17. Металлографический метод определения неметаллических включений в металлах и сплавах.
18. Микрорентгеноспектральный метод определения неметаллических включений в металлах и сплавах.

19. Электронномикроскопический метод определения неметаллических включений в металлах и сплавах.

20. Механический метод выделения и последующего изучения неметаллических включений.

21. Химические метод выделения и последующего изучения неметаллических включений.

22. Электролитический метод выделения и последующего изучения неметаллических включений.

23. Иммерсионный метод выделения и последующего изучения неметаллических включений.

7 Оценочные средства проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-4. способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации		
Знать	основные методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации	Примерные вопросы к зачету по дисциплине 1. Испытания на растяжение. 2. Методы измерения твердости. 3. Испытания на выносливость при циклических нагрузках
Уметь	выбирать методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Примерные практические задания для э зачета 1. Выбрать методы для оценки механических свойств материалов и покрытий. 2. Выбрать методы измерения твердости массивных деталей. 3. Выбрать метод для оценки износостойкости предложенного материала.
Владеть	практическими навыками использования в исследованиях и расчетах знаний о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Примерные задания на решение задач из профессиональной области Выбрать инновационные методы для определения химического состава материала
ПК-5. готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации		
Знать	основные положения по комплексным исследованиям и испытаниям, в том	Примерные вопросы к за-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	числе стандартным и сертификационным; технологии производства, обработки и модификации	чету по дисциплине 1. Макроанализ. 2. Микроструктурный анализ. 3. Рентгеновский анализ. 4. Спектральный анализ. 5. Магнитные методы анализа. 6. Микроструктурный количественный анализ.
Уметь	корректно выражать и аргументированно обосновывать положения применения комплексных исследований и испытаний, в том числе стандартных и сертификационных, процессов производства, обработки и модификации	Примерные практические задания для зачета 1 Выбрать методы для оценки качества канатной проволоки. 2 Выбрать методы для оценки качества автолиста. высокоэнергетических и других покрытий.
Владеть	практическими навыками выполнения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, в том числе стандартных и сертификационных, процессов производства, обработки и модификации	Примерные задания на решение задач из профессиональной области 1 Провести испытания износостойкости и оценить эксплуатационные свойства предложенного материала. 2 Выявить дефекты и оценить качество предложенного покрытия.

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

Для оценки текущей успеваемости предусмотрен семестровый рейтинг-контроль знаний студентов. За один рейтинг-контроль обучающийся может набрать 30 баллов.

Дополнительный контроль выполнения самостоятельной работы студентов также осуществляется в процессе устного опроса. Суммарное количество баллов за СРС 30.

В ходе изучения дисциплины «Методы исследования материалов и процессов» выполняются лабораторные работы. Методические указания по выполнению и оформлению лабораторных работ находятся на каф. ТМ и ЛП (ауд.202).

Защита лабораторной работы проходит после ее выполнения. К защите допускаются студенты, выполнившие работу и оформившие отчет в соответствии с требованиями. Прием работы осуществляется по контрольным вопросам, представленным в конце методического указания.

Обучаемый может получить зачет набрав определенную сумму баллов:

- «зачтено» (от 61 и более баллов);
- «не зачтено» (менее 60 баллов).

Рекомендуемое распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ

№ п/п	Вид учебной работы	Итоговая аттестация, баллов
1	Посещение занятия	5
2	Рейтинг-контроль №1	30
3	Рейтинг-контроль №2	30
4	Выполнение семестрового плана СРС	30

5	Дополнительные баллы («бонус»)	5
---	--------------------------------	---

Зачет по данной дисциплине может проводиться в устной форме в виде беседы по вопросам, представленным в разделе 6 с учетом набранных баллов.

Оценка «зачтено» ставится, если обучающийся демонстрирует сформированность компетенций не ниже порогового уровня: в ходе контрольных мероприятий могут допускаться ошибки, проявляющиеся в отсутствии отдельных знаний, умений, навыков.

– «не зачтено» – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература

1. Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов: учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 226 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-05475-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/439014> (дата обращения: 01.09.2020).
2. Быков, С. Ю. Испытания материалов: учебное пособие / С. Ю. Быков, А. Г. Схиртладзе. - Москва : КУРС: ИНФРА-М, 2018. - 120 с. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/946774> (дата обращения: 01.09.2020).

б) Дополнительная литература

1. Дубов, Г. М. Методы и средства измерений, испытаний и контроля : учебное пособие / Г. М. Дубов, Д. М. Дубинкин. — Кемерово : КузГТУ имени Т. Ф. Горбачева, 2011. — 224 с. — ISBN 978-5-89070-791-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6659> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кирилловский, В. К. Современные оптические исследования и измерения : учебное пособие / В. К. Кирилловский. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-0989-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/555> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Шишкин, А. В. Исследование физических свойств материалов. Часть 4.1 Испытания на растяжение : учебно-методическое пособие / Шишкин А. В., Дутова О. С. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 64 с. - ISBN 978-5-7782-1970-0. - URL: <https://new.znanium.com/document?id=26614> (дата обращения: 01.09.2020).

в) Методические указания

1. Материаловедение. Методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов : учебное пособие / Т. А. Орелкина, Е. С. Лопатина, Г. А. Меркулова, Т. Н. Дроздова, А. С. Надолько ; под ред. Т. А. Орелкиной. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. - 214 с. - ISBN 978-5-7638-3936-4. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1032141>
2. Суворов, Э. В. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов: учебное пособие для академического бакалавриата / Э. В. Суворов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06011-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438493>

3. Материаловедение. Практикум. Емелюшин А.Н., Молочкова О.С., Петроченко Е.В. Магнитогорск. Изд. Центр ФГБОУ МГТУ им. Г.И. Носова. 2019. 64 с.
4. Завалищин А.Н. Горленко Д.А. Количественный фазовый рентгеноструктурный анализ. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012.
5. Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Полякова М.А., Барышников М.П.. Изучение устройства и принципов работы растрового электронного микроскопа. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 6 с.
6. Корсунский В.И. Расчет кольцевых электронограмм. Магнитогорск: МГМА, 1997.
7. Ефимова Ю.Ю., Никитенко О.А., Копцева Н.В. Микрорентгеноспектральный анализ: метод. указ. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 10 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ Договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7 Zip	свободно распространяемое	бессрочно

1. Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»: <https://dlib.eastview.com/>
2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ): URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar): URL: <https://scholar.google.ru/>
4. Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам: URL: <http://window.edu.ru/>
5. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»: URL: <http://www1.fips.ru/>
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/>
7. Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp>
8. Университетская информационная система РОССИЯ: <https://uisrussia.msu.ru>
9. Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»: <http://webofscience.com>
10. Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»: <http://scopus.com>
11. Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals: <http://link.springer.com/>
12. Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols: <http://www.springerprotocols.com/>
13. Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference: <http://www.springer.com/references>
14. Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный консорциум» (НП НЭИКОН): <https://archive.neicon.ru/xmlui/>

9 Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение лаборатории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и

Тип и название аудитории	Оснащение лаборатории
	представления информации
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Лаборатория металлографии	Металлографические микроскопы Неофот, МЕТАМ 32М, инвертированные металлургические микроскопы Meiji Techno IM7200; компьютерные системы анализа изображений SIAMS-600 и Thixomet; линия пробоподготовки фирмы Buehler (включающая абразивный отрезной станок DELTA ABRA SIMET, автоматический запрессовочный станок Simplimet 1000, шлифовально-полировальную машину PHOENIX 4000, линейный прецизионный отрезной станок IZOMET 4000).
Рентгеновская лаборатория	Рентгеновские установки "ДРОН-2", "ДРОН-3М"
Лаборатория электронной микроскопии	1 Электронные микроскопы УМВ120КА 2 Растровый электронный микроскоп JEOL JSM 6490-LV
Литейная лаборатория	<ol style="list-style-type: none"> 1. Плавильные печи. 2. Термические печи. 3. Лаборатория контроля качества формовочной смеси. 4. Твердомер. 5. Приборы для испытания образцов на износостойкость. 6. Микроскоп.
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Специализированная мебель. Станочный парк оборудования и инструменты для профилактического обслуживания и ремонта учебного оборудования