

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.О1  
(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы исследования, контроля и диагностики материалов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)  
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

(направленность (профиль))

Инжиниринг перспективных материалов и диагностика поведения материалов в изделиях

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 12 ЗЕ

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4	Итого
Вид занятий	экзамен	
Лекции	8	8
Лабораторные	18	18
Практические	18	18
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	-
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	44,35	44,35
Самостоятельная работа	352	352
Контроль	35,65	35,65
<b>Итого</b>	<b>432</b>	<b>432</b>

Рабочую программу составил(и):

Доцент кафедры НМиМ, к.т.н. Тюрков М.Н.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «30» августа 2022г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры НМиМ

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2019 г.).

---

## **1. Цель освоения дисциплины**

Цель – научить студентов адекватно поставленным задачам выбирать методы исследования и контроля для проведения научно-исследовательских работ, работ по входному и выходному контролю материалов и изделий, грамотно трактовать результаты исследований и контроля.

Задачи:

1. Формирование у студентов понятий о назначении, области применения, ограничениях и перспективах основных методов исследования и контроля материалов и изделий;
2. Освоение студентами основных методик контроля и нормативных документов, регламентирующих эту деятельность;
3. Получение навыков работы на научно-исследовательском оборудовании и с приборами неразрушающего контроля, документального оформления результатов исследования и контроля.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (учебный курс) относится обязательным дисциплинам вариативной части блока 1. Дисциплины (модули).

Дисциплины (учебные курсы), на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – математика, общая физика и химия, материаловедение, технология конструкционных материалов, сопротивление материалов, теория дефектов кристаллического строения, кристаллография.

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – «Научно-исследовательская работа».

### 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
- способность проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов (ПК-3)	ПК-3.1 Уметь проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения	Знать: возможности и ограничения основных методов исследования, контроля и диагностики материалов
		Уметь: адекватно поставленным задачам подбирать комплекс методов исследования, в том числе с учетом экономических аспектов; выбирать из числа существующих методов комплекс испытаний наиболее близкий к условиям работы материалов и конструкции
		Владеть: навыками самостоятельного использования технических средств

**4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Методы исследования, контроля и диагностики материалов**

Семестр изучения 4

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебной работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
1. Методы исследования структуры материалов	Лек Лаб Пр Ср ПА	1.1 Методы оптической микроскопии 1.2 Рентгеновские методы исследования 1.3 Электронно-микроскопические методы исследования 1.4 Зондовые методы исследования	4	4 12 8 152 0,35	-	-	Устный опрос (собеседование)
2. Методы контроля и диагностики материалов	Лек Лаб Пр Ср Контроль	2.1 Качество продукции и методы контроля 2.2 Методы контроля механических свойств материалов 2.3 Методы контроля физических характеристик материалов	4	4 6 10 200 35,65	-	-	Устный опрос (собеседование)
<b>Итого:</b>				432			

## **5. Образовательные технологии**

В настоящем курсе используются следующие образовательные технологии:

1. Технология традиционного обучения (лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа).
2. Интерактивные технологии (лекции-беседы: презентационный метод)
3. Технологии дистанционного обучения.

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

Практические занятия представляют собой вид учебных занятий, в ходе которых студенты, закрепляют на практике полученные теоретические знания. Так же предполагается проведение проверочной работы в форме теста.

Лабораторный практикум заключается в знакомстве с современными методиками моделирования наноразмерных объектов неэмпирическими, полуэмпирическими методами и методами молекулярной динамики.

При подготовке к лабораторным занятиям студент должен:

- изучить теорию по теме лабораторной работы, используя конспект лекций и/или рекомендуемую техническую литературу;
- ознакомиться с методикой выполнения работы;
- ознакомиться с вопросами для проработки к лабораторной работе и быть готовым ответить на них во время собеседования с преподавателем по итогам выполнения работы.

Дидактические единицы, предусмотренные рабочей программой на самостоятельную проработку, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Самостоятельная работа проводится в соответствии с утвержденной рабочей программой дисциплины с учетом времени, предусмотренного на самостоятельное изучение. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников. Конспектирование наиболее сложные для понимания темы необходимо сочетать с получением письменных, а при возможности, и очных устных консультаций преподавателя.

При подготовке к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронной библиотекой ВУЗа, получить доступ к учебно-методическим материалам как библиотеки ВУЗа, так и иных электронных библиотечных систем. При необходимости студенты могут взять литературу на кафедре или на абонементе вузовской библиотеки в печатном виде, а также воспользоваться читальными залами.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-3	Устные доклады Комплект лабораторных работ Разноуровневые задачи и задания Вопросы к экзамену № 1 – 55

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Примерные темы докладов

1. История развития оптической микроскопии. Пробоподготовка для оптической микроскопии.
2. Физические основы оптической микроскопии. Устройство оптического микроскопа: основные узлы, их назначение и разновидности, принципиальная схема.
3. Оптическая микроскопия на просвет и на отражение. Металлография.
4. Методы оптической микроскопии: исследование в светлом и темном поле, методика косого освещения.
5. Методы оптической микроскопии: микроскопия в режиме освещения Рейнберга, в режиме освещения Келлера, в режиме освещения Хоффмана.
6. Методы оптической микроскопии: лазерная конфокальная микроскопия; интерферометрия, поляризационная микроскопия.
7. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия. Флуоресцентная микроскопия.
8. Низковольтная электронная микроскопия: принцип действия и особенности осуществления.
9. Электронная микроскопия высокого и сверхвысокого разрешения.
10. Механизм формирования изображения и виды контраста в растровой электронной микроскопии.
11. Пробоподготовка для просвечивающей и растровой электронной микроскопии.
12. Взаимодействие излучения с веществом. Типы сигналов, регистрируемых электронными микроскопами.
13. Механизм формирования изображения и виды контраста в просвечивающей электронной микроскопии.

- 14.Использование сфокусированных электронных и ионных пучков для анализа и модификации материалов. Электронная и ионная литография.
- 15.Электронно-зондовые микроанализаторы. Биологическая электронная микроскопия. Криомикроскопия.
- 16.Аппаратура для СЗМ (зонды, сканеры, система управления, система обратной связи, их устройство и принцип действия)
- 17.Измерительные методики СЗМ.
- 18.Взаимодействие между зондом и образцом (ориентационное взаимодействие, индукционное взаимодействие, дисперсионное взаимодействие, Ван-дер-ваальсовское притяжение зонда к образцу). Силы взаимодействия зонда и образца (капиллярные силы, межмолекулярные силы Ван-дер-Ваальса, адгезионные силы)
- 19.Использование методов СЗМ в исследовании поверхности твердого тела (туннельная спектроскопия для определения параметров проводимости структур, изучение наноразмерных структур на поверхности трехмерных макрообъектов, применение АСМ для измерения типа проводимости, применение СЕМ для расчета концентрации электрически активных примесей)
- 20.Методы исследования поверхности материалов. Ионный микроанализ. Автоионная микроскопия. Ионно-нейтрализационная спектроскопия.
- 21.Методы исследования поверхности материалов. Оже-электронная спектроскопия. Дифракция медленных электронов. Полевая электронная микроскопия.
- 22.Методы исследования поверхности материалов. Ядерный гамма-резонанс. Масс-спектроскопия вторичных ионов.
- 23.Рентгено-структурный анализ и его применение для анализа структуры металлов
- 24.Рентгенофлуоресцентный элементный анализ как инструмент контроля и диагностики
- 25.Рентгенофлуоресцентная спектроскопия
- 26.Рентгеновская и гамма-дефектоскопия
- 27.Метод малоуглового рассеяния рентгеновских лучей
- 28.Рентгено-спектральный анализ и его применение
- 29.Применимость различных рентгеновских методов исследования для диагностики и контроля конкретных материалов (металлов, сплавов, диэлектриков, полимеров, гелей, нанообъектов, биообъектов)
- 30.Акустические методы контроля
- 31.Вихретоковые методы контроля
- 32.Капиллярные методы контроля



- 33.Магнитные методы контроля
- 34.Оптические методы контроля
- 35.Радиационные методы контроля
- 36.Радиоволновые методы контроля
- 37.Тепловые методы контроля
- 38.Методы течеискания
- 39.Электрические методы контроля
- 40.Вибрационные методы контроля
- 41.Диагностика объектов машиностроения
- 42.Качество продукции и методы контроля

### **Методические рекомендации по написанию, требования к оформлению.**

Объем доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом).

В докладе должны быть отражены следующие моменты:

1. История появления данного метода (методики);
2. Физические основы метода (методики);
3. Прибор, реализующий данный метод (методику), и особенности его конструкции;
4. Требования к образцам, используемым в данном методе (методике);
5. Примеры осуществления данного метода (методики);
6. Возможности метода (методики).

При подготовке необходимо составить не только текст доклада, но и необходимый иллюстративный материал, сопровождающий доклад (основные тезисы, формулы, схемы, чертежи, таблицы, графики и диаграммы, фотографии и т.п.) в виде презентации в формате PowerPoint.

#### **Критерии оценки:**

- «отлично» - подготовлена презентация и сделано устное сообщение, где раскрыты история появления и физические основы методики; прибор, реализующий данную методику, и особенности его конструкции; требования к образцам, используемым в данной методике; примеры осуществления данной методики; возможности методики.
- «хорошо» - подготовлена презентация и сделано устное сообщение, где раскрыты требования к образцам, используемым в данной методике; прибор, реализующий данную методику, и особенности его конструкции; возможности методики.

- «удовлетворительно» - подготовлена презентация и сделано устное сообщение, где показаны прибор, реализующий данную методику, и особенности его конструкции.
- «неудовлетворительно» - не подготовлена презентация и не сделано устное сообщение либо сделанное сообщение не раскрывает и половины требований, предъявляемых к критерию «отлично».

### **7.2.2. Комплект отчетов по лабораторным работам**

#### **Лабораторная работа №1 «Макроструктурный анализ металлов и сплавов»**

##### **Форма отчета по лабораторной работе №1**

1. Название работы
2. Цель работы, задачи работы
3. Оборудование и материалы
4. Конспект теоретических сведений (изложить методику приготовления и травления макрошлифов, описать дефекты исследованных макрошлифов, зарисовать их и указать причины возникновения)
5. Описать характер изученных изломов.

#### **Лабораторная работа №2 «Микроструктурный анализ»**

##### **Форма отчета по лабораторной работе №2**

1. Название работы
2. Цель работы, задачи работы
3. Оборудование и материалы
4. Конспект теоретических сведений (изложить методику приготовления и травления микрошлифов, распечатать записанное изображение микроструктуры исследованных микрошлифов и описать структуру. Коротко изложить возможности обработки информации с помощью программ)
5. Привести данные по проведенному измерению величины зерна и других основных параметров.

#### **Лабораторная работа №3 «Высокоразрешающая рентгеновская дифрактометрия и рефлектометрия»**

##### **Форма отчета по лабораторной работе №3**

1. Название работы
2. Цель работы, задачи работы
3. Оборудование и материалы

4. Конспект теоретических сведений (изложить физические основы рентгеновской дифрактометрии, рефлектометрии, описание оборудования и возможности методов)
5. Указать возможности рассматриваемого метода для изучения толщины и состава эпитаксиального слоя, толщины слоя и периода многослойных структур.

#### **Лабораторная работа №4 «Просвечивающая электронная микроскопия»**

##### **Форма отчета по лабораторной работе №4**

1. Название работы
2. Цель работы, задачи работы
3. Оборудование и материалы
4. Конспект теоретических сведений (изложить принципиальную схему электронного микроскопа с пояснениями назначений и параметров основных узлов; применение метода электронной микроскопии в материаловедении)
5. Описание выполненных работ.

#### **Лабораторная работа №5 «Сканирующая электронная микроскопия»**

##### **Форма отчета по лабораторной работе №5**

1. Название работы
2. Цель работы, задачи работы
3. Оборудование и материалы
4. Конспект теоретических сведений (изложить принципиальную схему электронного микроскопа с пояснениями назначений и параметров основных узлов; принципиальные схемы энергодисперсионного и волнодисперсионного спектрометров с указанием их основных параметров и назначений; применение метода электронной микроскопии в материаловедении)
5. Описание выполненных работ.

#### **Лабораторная работа №6 «Измерение рельефа и свойств поверхности методами туннельной микроскопии»**

##### **Форма отчета по лабораторной работе №6**

1. Название работы
2. Цель работы, задачи работы
3. Оборудование и материалы
4. Конспект теоретических сведений (изложить принципиальную схему сканирующего зондового микроскопа с пояснениями назначений и

параметров основных узлов; основные методики туннельной микроскопии; описание взаимодействия зонда с поверхностью; факторы, влияющие на изображение)

5. Описание выполненных работ.

### **Лабораторная работа №7 «Измерение рельефа и упругих свойств поверхности методами атомно-силовой микроскопии»**

#### **Форма отчета по лабораторной работе №7**

1. Название работы
2. Цель работы, задачи работы
3. Оборудование и материалы
4. Конспект теоретических сведений (изложить принципиальную схему сканирующего зондового микроскопа с пояснениями назначений и параметров основных узлов; основные методики атомно-силовой микроскопии; описание взаимодействия зонда с поверхностью; факторы, влияющие на изображение)
5. Описание выполненных работ.

### **Лабораторная работа №8 «Измерение твердости»**

#### **Форма отчета по лабораторной работе №8**

1. Название работы
2. Цель работы, задачи работы
3. Оборудование и материалы
4. Конспект теоретических сведений (изложить принципиальную схему сканирующего зондового микроскопа с пояснениями назначений и параметров основных узлов; основные методики атомно-силовой микроскопии; описание взаимодействия зонда с поверхностью; факторы, влияющие на изображение)
5. Описание выполненных работ.

### **Лабораторная работа №9 «Определение механических характеристик образца методом одноосного растяжения»**

#### **Форма отчета по лабораторной работе №9**

1. Название работы
2. Цель работы, задачи работы
3. Оборудование и материалы
4. Конспект теоретических сведений (изложить принципиальную схему сканирующего зондового микроскопа с пояснениями назначений и параметров основных узлов; основные методики атомно-силовой

микроскопии; описание взаимодействия зонда с поверхностью; факторы, влияющие на изображение)

5. Описание выполненных работ.

### **Требования к оформлению**

*Титульный лист* оформляется следующим образом:

1. В верхнем поле листа указывают полное наименование учебного заведения и кафедры, на которой выполнялась данная работа.
2. В среднем поле указывается вид работы, в данном случае лабораторная работа, и ниже ее название. Название лабораторной работы приводится без слова *тема* и в кавычки не заключается.
3. Далее ближе к правому краю титульного листа указывают фамилию, инициалы, курс и группу учащегося, выполнившего работу.
4. В нижнем поле листа указывается место выполнения работы и год ее написания (без слова *год*).

*Цель работы, задачи работы, оборудование и материалы* должны отражать тему лабораторной работы, а также конкретные задачи, поставленные студенту на период выполнения работы. По объему их описание составляет от нескольких строк до 0,5 страницы.

*Конспект теоретических сведений.* В этом разделе излагается теоретическое описание изучаемого в работе явления или процесса, приводятся также необходимые расчетные формулы. Приводится схема экспериментальной установки с описанием ее работы и подробно излагается методика проведения эксперимента, процесс получения данных и способ их обработки.

*Экспериментальные результаты.* В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в ходе проведения лабораторных работ.

Отчет по лабораторной работе оформляется в тетради для лабораторных работ.

Образец написания титульного листа лабораторной работы:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Кафедра «Нанотехнологии, материаловедение и механика»

Лабораторная работа 1  
**Макроструктурный анализ металлов и сплавов**

**Выполнил:**  
*Студент гр. МТМм-1401*  
*Соколов Ю.В.*

Тольятти 20\_\_\_\_

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена, отчет по лабораторной работе оформлен, даны ответы на контрольные вопросы;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если лабораторная работа не выполнена или не оформлен отчет по лабораторной работе или не даны ответы на контрольные вопросы.

### **7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации**

Семестр 4

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к экзамену</b>
1.	История развития оптической микроскопии. Пробоподготовка для оптической микроскопии.
2.	Физические основы оптической микроскопии. Устройство оптического микроскопа: основные узлы, их назначение и разновидности, принципиальная схема.
3.	Оптическая микроскопия на просвет и на отражение. Металлография.
4.	Методы оптической микроскопии: исследование в светлом и темном поле, методика косого освещения.
5.	Методы оптической микроскопии: микроскопия в режиме освещения Рейнберга, в режиме освещения Келлера, в режиме освещения Хоффмана.
6.	Методы оптической микроскопии: лазерная конфокальная микроскопия; интерферометрия, поляризационная микроскопия.
7.	Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия. Флуоресцентная микроскопия.
8.	Методы и приборы для регистрации рентгенограмм: фотометод и рентгеновская дифрактометрия.
9.	Классификация методов рентгеноструктурного анализа. Методы исследования монокристаллов.
10.	Метод поликристалла. Принципы определения кристаллической структуры по рентгенограмме поликристалла. Прецизионное определение периодов решетки.
11.	Фазовый качественный и количественный анализ. Определение типа твердого раствора.
12.	Оценка совершенства структуры зерен в поликристаллах по уширению дифракционных максимумов. Оценка размеров частиц в наноматериалах.
13.	Основные идеи Берга, лежащие в основе дифракционной топографии. Метод Берга-Барретта. Метод Шульца, Ламбо, Гинье-Тенневина, метод Фудживаро.
14.	Рентгеновская топография высокого разрешения. Метод Ланга и его возможности. Методы аномального прохождения, основанные на эффекте Бормана. Секционная топография.
15.	Двухкристальная рентгеновская топография и спектроскопия. Трехкристальная топография.
16.	Рентгеновская топография в синхротронном излучении. Топография в непрерывном спектре.
17.	Анализ текстур: построение и анализ прямых и обратных полюсных фигур.
18.	Низковольтная электронная микроскопия: принцип действия и особенности осуществления.

19.	Зеркальная электронная микроскопия.
20.	Получение и обработка изображений нанообъектов. Разрешение и критерии его оценки.
21.	Использование сфокусированных электронных и ионных пучков для анализа материалов.
22.	Электронная и ионная литография.
23.	Электронная микроскопия высокого и сверхвысокого разрешения.
24.	Механизм формирования изображения и виды контраста в растровой электронной микроскопии.
25.	Электронно-зондовые микроанализаторы.
26.	Интерпретация трехмерной структуры нанообъектов. Трехмерная реконструкция: основные принципы.
27.	Пробоподготовка для просвечивающей и растровой электронной микроскопии.
28.	Биологическая электронная микроскопия. Криомикроскопия.
29.	Взаимодействие излучения с веществом. Типы сигналов, регистрируемых электронными микроскопами.
30.	Аппаратура для СЗМ (зонды, сканеры, система управления, система обратной связи).
31.	Измерительные методики СТМ (топографический режим, токовый режим, спектроскопия).
32.	Типы силовых взаимодействий в АСМ. Упругие взаимодействия. Задача Герца.
33.	Силы взаимодействия зонда и образца (капиллярные силы, межмолекулярные силы Ван-дер-Ваальса, адгезионные силы)
34.	Взаимодействие между зондом и образцом (ориентационное взаимодействие, индукционное взаимодействие, дисперсионное взаимодействие, Ван-дер-ваальсовское притяжение зонда к образцу)
35.	Метрологическое обеспечение АСМ (хранение единицы длины, линейные меры для атомно-силовых микроскопов, методика поверки АСМ)
36.	Использование методов СЗМ в исследовании наноструктур и поверхности твердого тела (туннельная спектроскопия для определения параметров проводимости структур, изучение наноразмерных структур на поверхности трехмерных макрообъектов, применение АСМ для измерения типа проводимости, применение СЕМ для расчета концентрации электрически активных примесей)
37.	СЗМ литография. Электрохимическая СЗМ модификация поверхности
38.	Пленки Ленгмюра-Блоджетт и СЗМ. Измерение ЛБ-пленок в режимах СТМ и полуконтактных мод
39.	Методы исследования поверхности материалов. Ионный микроанализ. Автоионная микроскопия. Ионно-нейтрализационная спектроскопия.
40.	Методы исследования поверхности материалов. Оже-электронная спектроскопия. Дифракция медленных электронов. Полевая электронная микроскопия.
41.	Методы исследования поверхности материалов. Ядерный гамма-резонанс. Масс-спектроскопия вторичных ионов.
42.	Методы исследования пористой структуры наноматериалов. Методы газопроницаемости и адсорбционные (статические и динамические) методы



	для определения удельной поверхности наноматериалов. Объемные и массовые статические методы определения удельной поверхности.
43.	Методы определения элементного состава дисперсных сред. Химические методы: гравиметрический (массовый) и титриметрический (объемный) анализы.
44.	Методы исследования механических свойств материалов. Статические испытания материалов.
45.	Методы исследования механических свойств материалов. Твердость и микротвердость металлов.
46.	Методы исследования механических свойств материалов. Динамические испытания материалов.
47.	Методы исследования механических свойств материалов. Циклические испытания материалов.
48.	Методы исследования физических характеристик материалов. Метод определения электросопротивления. Сверхпроводимость.
49.	Методы исследования физических характеристик материалов. Оптические свойства наносистем. Квантоворазмерный эффект.
50.	Методы исследования физических характеристик материалов. Метод внутреннего трения.
51.	Методы исследования физических характеристик материалов. Метод акустической эмиссии.
52.	Методы исследования физических характеристик материалов. Дифференциальная сканирующая калориметрия.
53.	Методы исследования физических характеристик материалов. Методы определения магнитных свойств веществ и наносистем.
54.	Методы исследования физических характеристик материалов. Методы измерения энтальпии, теплоемкости и теплопроводности.
55.	Методы исследования физических характеристик материалов. Методы измерения плотности и термического расширения материалов.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семес тр	Форма проведени я промежуто чной аттестаци и	Критерии и нормы оценки	
4	Экзамен (устно)	«отлично»	Усвоение полученных знаний полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами
		«хорошо»	Усвоение полученных знаний полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них
		«удовлетвори тельно»	Усвоение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные

Семес тр	Форма проведени я промежуто чной аттестаци и	Критерии и нормы оценки	
			существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя
		«неудовлетво рительно»	Усвоение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	А. В. Сенин, Д. А. Винник, А. С. Чернуха, Н. С. Забейворота	Физико-химические методы исследования материалов. Состав, структура : учебное пособие / А. В. Сенин, Д. А. Винник, А. С. Чернуха, Н. С. Забейворота. — Челябинск : ЮУрГУ, 2018. — 119 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/146040">https://e.lanbook.com/book/146040</a>	Учебное пособие	2018	ЭБС "Лань"
2	В. В. Виноградов, А. В. Виноградов, М. И. Морозов [и др.].	Физико-химические методы исследования материалов : учебно-методическое пособие / В. В. Виноградов, А. В. Виноградов, М. И. Морозов [и др.]. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2019. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/136419">https://e.lanbook.com/book/136419</a>	Учебно-методическое пособие	2019	ЭБС "Лань"

## 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Каныгина О. Н.	Каныгина О. Н. Физические методы исследования веществ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. Н. Каныгина, А. Г. Четверикова, В. Л. Бердинский. - Оренбург : ОГУ : ЭБС АСВ, 2014. - 141 с.	Учебное пособие	2014	ЭБС «IPRbooks»
2	Панова Т. В.	Панова Т. В. Современные методы исследования вещества [Электронный ресурс] : Электронная и оптическая микроскопия : учеб. пособие / Т. В. Панова. - Омск : ОмГУ им. Ф. М. Достоевского, 2016. - 80 с. : ил. - ISBN 978-5-7779-2052-2.	Учебное пособие	2016	ЭБС «IPRbooks»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Металлообработка [Электронный ресурс] : научно-произв. журн. / Электрон. [www.biomagres.com/content](http://www.biomagres.com/content) - архив статей журнала BioMagnetic Research and Technology, посвященного нанотехнологиям.
- <http://thescipub.com/journals/ajnt> - рецензируемый журнал American Journal of Nanotechnology публикует результаты исследований в области материи на атомном и молекулярном уровне.
- <http://www.mammp-journal.com> - рецензируемый журнал Mechanics of Advanced Materials and Modern Processes публикует результаты исследований в области механики современных материалов, особый акцент делается на физику и механику деформации, повреждения и разрушения в производственных процессах.
- <http://www.immijournal.com> - рецензируемый журнал Integrating Materials and Manufacturing Innovation публикует результаты исследований в области открытия, развития и применения материалов с целью практического использования в производстве.
- WebofScience[Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : [scopus.com](http://scopus.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : [elibrary.ru](http://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : [link.springer.com](http://link.springer.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : [sciencedirect.com](http://sciencedirect.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- Cambridgeuniversitypress[Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018– . – Режим доступа : [cambridge.org](http://cambridge.org). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- NEICON[Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002– . – Режим доступа : [neicon.ru/resources/archive](http://neicon.ru/resources/archive). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

#### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1.	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdbc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2.	OfficeStd 2019 RUS OLP NL Acdbc	№ 1653 от 14.12.2018, срок действия - бессрочно
3.	Mathcad Education - University Edition Subscription (25 pack)	№ 469 от 05.06.2020, срок действия - бессрочно

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Г-326	Стол ученические (моноблоки) двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), экран навесной, стационарный проектор, процессор, мышь компьютерная, пульт для проектора
2.	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-214	Стол ученические двухместные, столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК, доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный, экран для проектора, тумба выкатная
3.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Г-401	Стол ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
4.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Д-409	Столы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский-, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя.