

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

Б1.В.ДВ.08.02

(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Рентгенография и электронная микроскопия

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)

Современные материалы и технологии их производства

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	32	32
Лабораторные	16	16
Практические	16	16
Руководство: РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	64,25	64,25
Самостоятельная работа	115,75	115,75
Контроль		
Итого	180	180

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 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2027 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика»

(протокол заседания № 2 от «31» августа 2022 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель – формирование у студентов современных представлений о дифракционных методах исследования свойств материалов. Развитие практических навыков работы на экспериментальном оборудовании, анализа полученных результатов на основе современных информационных технологий. Изучение основных методов, методик и устройств для проведения микроскопии нанообъектов и наносистем.

Задачи:

1. Ознакомить студентов с основными методами анализа структуры и свойств материала, основанных на дифракции;
2. Ознакомить с устройством и принципом работы испытательного оборудования;
3. Разобрать основные методы рентгеновского анализа;
4. Разобрать основные методы электронной микроскопии
5. Получение теоретических и практических навыков проведения исследований, измерений и сертификации наноструктур, нанообъектов и наносистем.

2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Физика», «Материаловедение и ТКМ».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Кристаллография и дефекты кристаллического строения», «Наноструктурные материалы и технологии», «Наноструктурированные материалы», «Исследования материалов при разрушении», производственная практика, преддипломная практика, бакалаврская работа.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
- Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением (ПК-2)	ИД-1 _{ПК-2} . Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов	Знать: способы использования на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями
		Уметь: использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями
		Владеть: способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
					БРС		
1. Физика рентгеновских лучей	Лек Лаб Пр Ср	Получение рентгеновских лучей и их природа. Рентгеновские трубки. Вывод уравнения Вульфа-Брегга. Сплошной спектр рентгеновских лучей: получение и особенности. Характеристический спектр рентгеновских лучей: получение и особенности. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом.	5	4 4 6 25	2 5 25		Лабораторные работы Устный опрос (собеседование) Вопросы к зачету
2. Методы рентгеноструктурного анализа	Лек Лаб Пр Ср	Методы регистрации рентгеновских лучей. Метод Лауэ. Метод монокристалла. Метод порошков (поликристалла). Качественный фазовый анализ. Количественный фазовый анализ. Рентгеновская дефектоскопия.	5	8 4 4 30	2 10 10		Лабораторные работы Устный опрос (собеседование) Вопросы к зачету
3. Просвечивающая электронная микроскопия	Лек Лаб Пр Ср	Основы просвечивающей электронной микроскопии. Конструкция просвечивающего электронного микроскопа. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним. Формирование луча. Методы визуализации. Недостатки и ограничения, особенности применения ПЭМ	5	10 2 4 30	3 10 10		Лабораторные работы Устный опрос (собеседование) Вопросы к зачету
4. Растровая электронная микроскопия	Лек Лаб Пр Ср	Физические основы растровой электронной микроскопии. Устройство и работа растрового электронного микроскопа. Подготовка объектов для исследований и особые требования к	5	10 6 2 30,75	3 25 5		Лабораторные работы Устный опрос (собеседование)

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
					БРС		
	ПА	ним. Технические возможности растворового электронного микроскопа		0,25			Вопросы к зачету
Итого:				180	100		

Схема расчета итогового балла

Текущий рейтинг (все занятия и промежуточные тесты) + Баллы за посещаемость (10 баллов максимально) + Результат итогового теста и все делится на 2

5. Образовательные технологии

В настоящем курсе используются следующие образовательные технологии:

1. Технология традиционного обучения (потоковое консультирование, самостоятельная работа).
2. Интерактивные технологии (лекция – беседа, лабораторные работы: работа в малых группах)

6. Методические указания по освоению дисциплины

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. 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
7	ПК-2	<i>Лабораторные работы Устный опрос (собеседование) Вопросы к зачету</i>

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

7.2.1. Лабораторные работы

Лабораторная работа №1 «Рентгеновский дифрактометр.»

Форма отчета по лабораторной работе №1

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №2 «Определение интегральной интенсивности линий»

Форма отчета по лабораторной работе №1

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №3 «Индицирование рентгенограмм»

Форма отчета по лабораторной работе №3

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №4 «Основы просвечивающей электронной микроскопии»

Форма отчета по лабораторной работе №4

- Цель
- Программа работы

- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №5 «Основы растровой электронной микроскопии»
Форма отчета по лабораторной работе №5

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №6 «Проведение измерений на растровом электронном микроскопе»

Форма отчета по лабораторной работе №6

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Лабораторная работа №7 «Анализ результатов измерений растровой электронной микроскопии»

Форма отчета по лабораторной работе №7

- Цель
- Программа работы
- Задание на работу
- Полученные результаты
- Выводы

Требования к оформлению

Отчет по лабораторной работе оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 на техническую документацию.

Процедура оценивания

По результатам лабораторной работы оформляется отчет, предъявляется преподавателю на проверку, после устранения замечаний проводится устная защита работы.

Критерии оценки:

Максимум за задание 6 баллов, из них:

присутствие на занятии - 1 балл,

выполнение экспериментальной части - 1 балл,

отчет оформлен, но с небольшими неточностями - 1 балл,

правильно оформленный отчет - 2 балла,
ответы на вопросы по защите даны с небольшими неточностями - 1 балл,
даны верные ответы на вопросы по защите - 2 балла.

7.2.2. Собеседование

Тема 1. Получение рентгеновских лучей и их природа. Рентгеновские трубки. Вывод уравнения Вульфа-Брегга.

Вопросы для проработки

1. Виды рентгеновских трубок.
2. Чем отличаются серии K, L, M, N?
3. Устройство рентгеновской трубки.
4. Вывод уравнения Вульфа-Брегга.
5. Что называют удельной ионизацией?

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент дал полные исчерпывающие ответы на 4 вопроса или если студент дал полные исчерпывающие ответы на 3 вопроса или ответил на три или четыре вопроса с небольшими замечаниями (не существенными замечаниями);
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент дал полный исчерпывающий ответ только на один или два вопроса.

Тема 2. Сплошной спектр рентгеновских лучей: получение и особенности. Характеристический спектр рентгеновских лучей: получение и особенности.

Вопросы для проработки

1. Какие существуют виды рентгеновского излучения и чем они отличаются?
2. От чего зависят особенности сплошного спектра рентгеновской трубки?
3. Запишите закон Мозли.
4. От чего зависят особенности характеристического спектра рентгеновской трубки?
5. Как формируется сплошной спектр?
6. Как формируется характеристический спектр?

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент дал полные исчерпывающие ответы на 4 вопроса или если студент дал полные исчерпывающие ответы на 3 вопроса или ответил на три или четыре вопроса с небольшими замечаниями (не существенными замечаниями);
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент дал полный исчерпывающий ответ только на один или два вопроса.

Тема 3. Методы рентгеновского анализа.

Вопросы для проработки

1. Метод Косселя: схема, принцип получения рентгенограммы, применение.
2. Метод Лауэ: схема, принцип получения рентгенограммы, применение.
3. Метод порошков: схема, принцип получения рентгенограммы, применение.
4. Метод монокристалла: схема, принцип получения рентгенограммы, применение.
5. Дифрактометрический анализ текстуры с помощью прямых полюсных фигур.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент дал полные исчерпывающие ответы на 4 вопроса или если студент дал полные исчерпывающие ответы на 3 вопроса или ответил на три или четыре вопроса с небольшими замечаниями (не существенными замечаниями);
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент дал полный исчерпывающий ответ только на один или два вопроса.

Тема 4. Качественный фазовый анализ. Количественный фазовый анализ.

Вопросы для проработки

1. Что такое «качественный рентгенофазный анализ»?
2. Методика проведения качественного фазового анализа.
3. Что такое «количественный рентгенофазный анализ»?
4. Методы количественного фазового анализа.
5. Дать определение напряжениям I, II и III рода.
6. Что лежит в основе методов определения микронапряжений и ОКР?

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент дал полные исчерпывающие ответы на 4 вопроса или если студент дал полные исчерпывающие ответы на 3 вопроса или ответил на три или четыре вопроса с небольшими замечаниями (не существенными замечаниями);
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент дал полный исчерпывающий ответ только на один или два вопроса.

Тема 5. Основы просвечивающей электронной микроскопии. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним.

Вопросы для проработки

1. Что такое электронная микроскопия?
2. Что такое электронный луч?
3. Принцип действия просвечивающего электронного микроскопа в режиме светлого поля и в режиме микродифракции.
4. Пробоподготовка для просвечивающей электронной микроскопии.

5. Что такое реплика и для чего она применяется?

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент дал полные исчерпывающие ответы на 4 вопроса или если студент дал полные исчерпывающие ответы на 3 вопроса или ответил на три или четыре вопроса с небольшими замечаниями (не существенными замечаниями);
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент дал полный исчерпывающий ответ только на один или два вопроса.

Тема 6. Методы визуализации. Недостатки и ограничения, особенности применения ПЭМ

Вопросы для проработки

1. Что такое ускоряющее напряжение?
2. Что такое абсорбционный контраст?
3. Что такое дифракционный контраст?
4. Что такое амплитудный контраст?
5. Что такое фазовый контраст?
6. Преимущества и недостатки просвечивающей электронной микроскопии?

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент дал полные исчерпывающие ответы на 4 вопроса или если студент дал полные исчерпывающие ответы на 3 вопроса или ответил на три или четыре вопроса с небольшими замечаниями (не существенными замечаниями);
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент дал полный исчерпывающий ответ только на один или два вопроса.

Тема 7. Физические основы растровой электронной микроскопии. Технические возможности растрового электронного микроскопа.

Вопросы для проработки

1. Принцип действия растрового электронного микроскопа.
2. Пробоподготовка для растровой электронной микроскопии.
3. Взаимодействие излучения с веществом. Зависимость области взаимодействия от условий эксперимента.
4. Отраженные электроны – схема образования, энергия, детектор для анализа этого сигнала.
5. Оже-электроны – схема образования, энергия, детектор для анализа этого сигнала.
6. Вторичные электроны – схема образования, энергия, детектор для анализа этого сигнала.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент дал полные исчерпывающие ответы на 4 вопроса или если студент дал полные исчерпывающие ответы на 3 вопроса или ответил на три или четыре вопроса с небольшими замечаниями (не существенными замечаниями);
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент дал полный исчерпывающий ответ только на один или два вопроса.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 7

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Пространственная решетка, системы трансляций
2.	Кристаллографические проекции
3.	Симметрия кристаллов
4.	Уравнения структурной кристаллографии
5.	Природа рентгеновских лучей.
6.	Их спектры.
7.	Поглощение рентгеновских лучей.
8.	Основы рентгеновской γ -дефектоскопии.
9.	Применение эффекта фотоэлектрического поглощения для регистрации рентгеновских лучей.
10.	Детекторы рентгеновского излучения.
11.	Рассеяние свободным электроном.
12.	Когерентное рассеяние атомом (атомная функция рассеяния).
13.	Рассеяние рентгеновских лучей кристаллами малого размера.
14.	Связь размера и формы узла обратной решетки с размером и формой кристалла.
15.	Рассеяние непримитивной элементарной ячейкой (структурная амплитуда).
16.	Интегральная интенсивность.

17.	Интегральная интенсивность отражения от поликристалла.
18.	Влияние поглощения на интенсивность максимумов.
19.	Принципы динамической теории рассеяния (оптическая теория).
20.	Первичная и вторичная экстинкция.
21.	Тепловое диффузное рассеяние.
22.	Диффузное рассеяние твердым раствором.
23.	Рассеяние аморфными веществами и жидкостями.
24.	Рассеяние под малым углом.
25.	Формула Вульфа-Брэгга.
26.	Общая теория дифракции на кристаллической решетке.
27.	Понятие обратной решетки.
28.	Геометрическая интерпретация дифракции.
29.	Сфера Эвальда.
30.	Получение изображения в электронном микроскопе и получение дифракционной картины.
31.	Дифракционная длина микроскопа.
32.	Постоянная прибора.
33.	Множители интенсивности.
34.	Структурный фактор.
35.	Кристалл с базисом.
36.	Атомный множитель.
37.	Температурный фактор.
38.	Множитель поглощения.
39.	Множитель повторяемости.
40.	Понятие о динамической теории рассеяния рентгеновских лучей.
41.	Первичная и вторичная экстинкции.
42.	Получение изображения в электронном микроскопе и получение дифракционной картины.

43.	Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа.
44.	Метод порошков.
45.	Геометрия съемки.
46.	Плоская и цилиндрическая съемка.
47.	Симметричная и асимметричная съемки.
48.	Приготовление образцов в методе порошка.
49.	Регистрация дифрактометром.
50.	Точность определения межплоскостных расстояний.
51.	Индицирование рентгенограмм в случае известной и неизвестной ячейки.
52.	Методы экстраполяции.
53.	Графическое индицирование.
54.	Формирование изображения в электронном микроскопе.
55.	Основные узлы электронного микроскопа.
56.	Метод Лауэ.
57.	Метод вращения монокристалла.
58.	Приготовление образцов для электронной микроскопии, сравнение различных методов.
59.	Фазовый анализ: качественный и количественный. Методы качественного анализа.
60.	Методы количественного фазового анализа: гомологических пар, внутреннего стандарта, подмешивания анализируемой фазы, разбавления, измерения отношений интенсивностей, внешнего стандарта.
61.	Растровый электронный микроскоп. Принцип работы, области применения.
62.	Формирование изображения в растровом микроскопе.
63.	Напряжения 1, 2 и 3 рода.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	Зачет	«зачтено»	На основе итогового рейтингового балла в соответствии со Шкалой перевода рейтинговых баллов в традиционные оценки Порядка организации балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов, рейтинговый балл 55-100
		«незачтено»	На основе итогового рейтингового балла в соответствии со Шкалой перевода рейтинговых баллов в традиционные оценки Порядка организации балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов, рейтинговый балл 0-54

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	Е. В. Кузнецова, О. А. Косинова, И. А. Коваленко, И. А. Цыганов	Рентгенография металлов и сплавов : учебное пособие / Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 184 с. — ISBN 978-5-88247-979-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/106254.html	Учебное пособие	2019	ЭБС IPR BOOKS
2	Е. В. Кузнецова, О. А. Косинова, И. А. Коваленко [и др.].	Рентгенография металлов и сплавов : лабораторный практикум /— Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. — 90 с. — ISBN 978-5-00175-150-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/126375.html	Лабораторный практикум	2022	ЭБС IPR BOOKS
3	К. Н. Морозова	Основы электронной микроскопии : учебно-методическое пособие / Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2020. — 85 с. — ISBN 978-5-4437-1104-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/104342.html	Учебно-методическое пособие	2020	ЭБС IPR BOOKS

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное посо- бие, учебно-ме- тодическое по- сobie, практи- кум, др.)	Год издания	Количество в научной библио- теке / Наимено- вание ЭБС
1	Н. И. Филимонова, А. А. Величко, Н. Е. Фа- деева.	Методы электронной микроскопии : учебное посо- бие / Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 61 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/69545.html	Учебное пособие	2016	ЭБС IPR BOOKS

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- 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. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- Cambridgeuniversitypress[Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018– . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- NEICON[Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОH, 2002– . – Режим доступа : 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:	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия – бессрочно;

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
	WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	контракт №1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно;
2	Office Standart: Office Standart 2016 Russian	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия - бессрочно; контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно;
3	Mirapolis Human Capital Management	договор № 1489 от 28.12.2022-до 30.06.2023 включительно

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	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
2	Лаборатория «Металлография». Учебная аудитория для проведения лабораторных работ.Е-203	Стол преподавательский, стол ы ученические двухместные, стулья, доска аудиторная (меловая, трехстворчатая), столы лабораторные, микроскопы металлографические.
3	Лаборатория "Термообработка материалов" Учебная аудитория для проведения лабораторных работ.Е-105	Стол ученические двухместные , стулья ученические , доска аудиторная (меловая), шкафы для учебных пособий, столы лабораторные, микроскоп металлографический, щит силовой
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Г-401	Стол ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Д-409	Стол-парты двухместные, стулья, стол преподавательский-, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные

№ 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
		столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя.