



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ВВЕДЕНИЕ В НАПРАВЛЕНИЕ***

Направление подготовки (специальность)  
28.03.03 Наноматериалы

Направленность (профиль/специализация) программы  
Объемные наноматериалы, наноструктуры и изделия из них

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

|                     |   |
|---------------------|---|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалов обработки |
| Кафедра             | Технологий обработки материалов                             |
| Курс                | 1   |
| Семестр             | 1   |

Магнитогорск  
2021 год

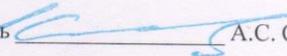
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 968)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов

19.02.2020, протокол №6

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

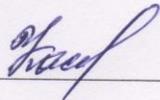
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
03.03.2021 г. протокол №4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук  Э.М. Голубчик

Рецензент:

доцент кафедры ТСиСА, канд. техн. наук  Е.Г. Касаткина

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Основные цели преподавания дисциплины:

- формирование у студентов представлений о новейших достижениях в области создания, исследования и использования наноматериалов, разработки и использовании нанотехнологий;
- дать обучающему общие сведения о наноматериалах и наноструктурах различного функционального назначения;
- привить навыки использования знаний при выборе новых материалов;
- подготовка обучающихся к будущей научной и практической деятельности, связанной с внедрением и использованием наноматериалов и нанотехнологий.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Введение в направление входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Химия

История техники

Физика

История материаловедения

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Конструирование наноматериалов

Прочность и пластичность наноматериалов

Физикохимия наноструктур и наноматериалов

Проектная деятельность

Квантовая механика

Метрология, стандартизация и сертификация

Процессы на поверхности раздела фаз

Современный инжиниринг металлургического производства

Механика материалов и основы конструирования

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Продвижение научной продукции

Производственная - преддипломная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Курсовая научно-исследовательская работа

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Теория и технология наноструктурных покрытий

Процессы и оборудование для получения наноматериалов

Оптимизация технологических процессов и свойств материалов

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Основы деформационного наноструктурирования

Методы и приборы для исследования, анализа и диагностики наноматериалов

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Введение в направление» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции   |
|----------------|--|
| УК-1           | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                       |
| УК-1.1         | Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки |
| УК-1.2         | Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации по различным типам запросов              |
| УК-1.3         | При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения          |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов
- самостоятельная работа – 35 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины   | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы                            | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации   | Код компетенции              |
|---|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|---|---|------------------------------|
|   |         | Лек.   | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |   |   |                              |
| 1. Раздел. Научно-технологические основы нанотехнологий.  |         |  |           |             |                                 |   |   |                              |
| 1.1 Нанотехнология: термины и определения. Классификация нанобъектов. История развития нанотехнологии         | 1       | 4  |           | 4/2И        | 10                              | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | Собеседование. Устный опрос<br>Сдача практической работы.         | УК-1.1,<br>УК-1.2,<br>УК-1.3 |
| 1.2 Размерные эффекты и свойства нанобъектов и наноматериалов. Функциональные и конструкционные наноматериалы |         | 4  |           | 4/2И        | 8                               | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | Собеседование. Устный опрос<br>Сдача практической работы. Реферат | УК-1.1,<br>УК-1.2,<br>УК-1.3 |
| Итого по разделу  |         | 8  |           | 8/4И        | 18                              |   |   |                              |
| 2. Раздел. Методы получения и исследования наноматериалов.  |         |  |           |             |                                 |   |   |                              |
| 2.1 Методы получения наноматериалов: наночастиц, нанокластеров, пористых наноматериалов                       | 1       | 2  |           | 2/1И        | 5                               | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | Собеседование. Устный опрос<br>Сдача практической работы.         | УК-1.1,<br>УК-1.2,<br>УК-1.3 |
| 2.2 Методы получения компактных наноматериалов; пленок и покрытий; полимерных и композитных наноматериалов.   |         | 2  |           | 2/1И        | 3                               | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | Собеседование. Устный опрос<br>Сдача практической работы.         | УК-1.1,<br>УК-1.2,<br>УК-1.3 |

|  |   |    |  |          |    |   |  |                        |
|--|---|----|--|----------|----|---|--|------------------------|
| 2.3 Методы исследования наноматериалов: оптическая микроскопия; сканирующая зондовая микроскопия; электронная микроскопия; лазерная  |   | 2  |  | 2/1,2И   | 3  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | Собеседование. Устный опрос Сдача практической работы. Реферат | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 |
| Итого по разделу   |   | 6  |  | 6/3,2И   | 11 |   |  |                        |
| 3. Раздел. Применения наноматериалов   |   |    |  |          |    |   |  |                        |
| 3.1 Применения наноматериалов: электроника и информационные технологии; медицина и фармакология; металлургия; точная механика, оптика; машиностроение, транспорт и охрана окружающей среды | 1 | 4  |  | 4        | 6  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | Собеседование. Устный опрос Сдача практической работы.         | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3 |
| Итого по разделу   |   | 4  |  | 4        | 6  |   |  |                        |
| Итого за семестр   |   | 18 |  | 18/7,2И  | 35 |   | зачёт  |                        |
| Итого по дисциплине  |   | 18 |  | 18/7,2 И | 35 |   | зачет  |                        |

## 5 Образовательные технологии

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий тактических процедур:

- лекции (лекция-информация, обзорная лекция, лекция-визуализации);
- практические (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, решение задач);
- тренинговые (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой, подготовка презентаций);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам, использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Введение в направление» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает участие в собеседовании на заданную тему, подготовке

обоснованных ответов на вопросы преподавателя и участие в устном опросе, разбор практических вопросов создания нанотехнологий.

**Темы собеседований:**

1. Сравнить существующие точки зрения на тему «Нанотехнологии – закономерный этап развития техники и технологий».
2. Привести аргументы и обосновать свою точку зрения по теме «Достоинства и недостатки наноматериалов и наноструктур».

**Устный опрос:**

Тема 1. История возникновения нанотехнологий.

Тема 2. Перспективы внедрения методов нанотехнологий в промышленное производство.

Тема 3. Обеспечение экологической безопасности при разработке нанотехнологий и использовании наноматериалов и наноструктур.

**Темы рефератов**

Наночастицы.

Пористые материалы.

Фуллерены и нанотрубки.

Неорганические волокна.

Пленки и покрытия.

Нанокерамика.

Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).

Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ).

Растровая электронная микроскопия (РЭМ).

Аналитическая электронная микроскопия (АЭМ).

Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия (КЛСМ).

Нанометрология.

Организация исследований безопасности наноматериалов

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы, материалов интернет-ресурсов по соответствующей теме для выбора материала для участия в собеседованиях и устных опросах.

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

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

| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства  |
|--|--|---|
| <b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>                          |  |   |
| УК-1.1:<br>Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и | Анализирует основные термины и понятия в области наноматериалов и наносистем. Дает определения процессов нанотехнологий. Выделяет отличительные признаки нанотехнологий для получения наноматериалов | <b>Перечень вопросов для подготовки к зачету:</b><br>1. Вещество, фаза, материал. Иерархическое строение материалов. Наноматериалы, термины и определения, классификация. Неорганические и органические функциональные наноматериалы. Гибридные (органо- неорганические и неоргано-органические) материалы.<br>2. История возникновения нанотехнологий и наук о наносистемах. Междисциплинарность и мультидисциплинарность. Примеры нанообъектов и наносистем, их особенности и технологические приложения. Объекты и методы нанотехнологий.<br>3. Основные принципы формирования |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---|--|
| недостатки                      | <p>различной мерности. Анализирует характерные особенности процессов получения наноматериалов различной мерности с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды. Формулирует принципы выбора технологических процессов получения наноматериалов с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды.</p> | <p>наносистем. Физические и химические методы. Процессы получения нанообъектов «сверху — вниз».</p> <p>4. Процессы получения нанообъектов «снизу — вверх».</p> <p>5. Квантовые точки, квантовые ямы. Принципы разработки технологий получения.</p> <p>6. Кластеры. Методы получения кластеров. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>7. Технологии «сверху-вниз» получения наночастиц. Общая характеристика и специфические особенности методов. Оборудование для получения наночастиц методами «сверху-вниз».</p> <p>8. Технологии «снизу вверх» получения наночастиц. Общая характеристика и специфические особенности методов. Оборудование для получения наночастиц методами «снизу-вверх».</p> <p>9. Золь-гель метод: достоинства, недостатки. Применение золь-гель метода для получения наноматериалов. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>10. Технологии и оборудование для получения углеродных наноструктур.</p> <p>11. Технологии и оборудование физических методов получения нанопленок.</p> <p>12. Технологии и оборудование химических методов получения нанопленок.</p> <p>13. Получение нанопленок методом Ленгмюра-Блоджетт. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>14. Поверхностное микролегирование.</p> <p>15. Ионная имплантация.</p> <p>16. Технологии получения нанокерамики.</p> <p>17. Непрерывные методы интенсивной пластической деформации.</p> <p>18. Методы интенсивной пластической деформации. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>19. Технологии самосборки. Процесс самосборки, полупроводниковые островковые структуры, монослои.</p> <p>20. Самоорганизация как прием получения наноструктур. Технологические приемы и оборудование.</p> <p>21. Технологические особенности и оборудование получения аморфных металлов.</p> <p>22. <i>Литография</i>. Технологические приемы и оборудование.</p> |

| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства   |
|--|---|--|
|  |   | <p>23. <i>Бионанотехнологии.</i></p> <p>24. Супрамолекулярная организация молекул. Молекулярное распознавание. Полимерные макромолекулы, методы их получения. Самоорганизация в полимерных системах. Супрамолекулярные полимеры.</p> <p>25. Физика наноустройств. Методы создания наноустройств. Механические и электромеханические микро и наноустройства. Сенсорные элементы микро- и нано-системной техники.</p> <p>26. Нанокпозиционные материалы, особенности структуры, свойства, методы получения.</p> <p>27. Нанопористые структуры, особенности структуры, свойства, методы получения.</p> <p>28. <i>Перспективы применения нанотехнологий для создания материалов и структур с заданными свойствами.</i></p> <p>29. <i>Экологические аспекты нанотехнологий.</i></p> <p>30. <i>Обеспечение охраны окружающей среды и здоровья человека при разработке нанотехнологий, производстве и эксплуатации наноматериалов и наноструктур.</i></p>   |
| <p>УК-1.2:<br/>Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации по различным типам запросов</p> | <p>Обсуждает современное состояние нанотехнологий. Определяет основные тенденции развития нанотехнологий с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды. Приобретает знания в области процессов получения наноматериалов из различных источников научной информации. Использует существующие источники научной информации для поиска решений при разработке элементов эффективных нанотехнологий.</p> | <p><b>Перечень заданий для выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач в предметной области:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение особенностей структурного состояния наноматериалов различной мерности.</li> <li>2. Методы изучения состава и свойств наноструктур и наноматериалов различной мерности</li> <li>3. Технологические особенности получения 0D-наноструктур методом порошковой металлургии.</li> <li>4. Технологические особенности применения 1D-наноструктур для модифицирования конструкционных материалов</li> <li>5. Технологические основы формирования нанопленок и нанопокровов.</li> <li>6. Технологические основы получения металлов и сплавов с ультрамелкозернистой структурой методами обработки давлением</li> <li>7. Проблемы нанотехнологий. Охрана окружающей среды и здоровья человека при разработке нанотехнологий и использовании наноматериалов различной мерности.</li> <li>8. Охарактеризуйте основные разновидности наноматериалов</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции   | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства   |
|---|---|--|
| УК-1.3: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения | <p>Владеет профессиональным языком в области процессов получения наноматериалов. Имеет практические навыки по разработки элементов нанотехнологий с использованием различных источников научной информации. Обобщает информацию в области нанотехнологий. Имеет представление об основных методах решения задач по разработке процессов получения наноматериалов различной мерности. Использует междисциплинарные знания для решения задач в области разработки процессов получения наноматериалов.</p> | <p><b>Примерный перечень заданий для подготовки к собеседованиям и устным опросам.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ действующих стандартов на термины и определения в области нанотехнологий и наноматериалов.</li> <li>2. Поиск специальной научно-технической литературы, патентной информации, тематических Интернет-ресурсов, специализирующихся в области нанотехнологий и наноматериалов.</li> <li>3. Изучение основных принципов конструирования технологий и их адаптация для разработки нанотехнологий с учетом мерности наноструктур и наноматериалов.</li> <li>4. Установление междисциплинарных связей, необходимых для анализа и разработки элементов нанотехнологий для получения наноматериалов и наноструктур различной мерности.</li> <li>5. Поиск научно-технической информации и анализ алгоритма выбора наноматериалов и наноструктур различной мерности для работы в определенных условиях эксплуатации.</li> <li>6. Поиск научно-технической информации и анализ алгоритма выбора наноматериалов и наноструктур различной мерности для выбора технологии их получения.</li> <li>7. Поиск научно-технической информации и анализ вредных и опасных факторов нанотехнологий, оказывающих влияние на окружающую среду и здоровье человека.</li> </ol> |

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Введение в направление» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

на оценку «зачтено» студент должен показать высокий уровень знания материала по дисциплине не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и продемонстрировать интеллектуальные навыки решения проблем, нахождения уникальных ответов, вынесения критических суждений; продемонстрировать знание и понимание законов дисциплины, умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

на оценку «не зачтено» студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации по дисциплине, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, умение критически оценивать свои личностные качества.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Капустин, В. И. Технология производства и контроль качества наноматериалов и наноструктур : учеб. пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 244 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_5c359a09b32044.60767097](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5c359a09b32044.60767097). - ISBN 978-5-16-013806-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=339390> (Дата обращения 26.04.2021)

2. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 190 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00528-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451888> (Дата обращения 26.04.2021).

3. Сироткин, О. С. Основы современного материаловедения: Учебник/О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 364 с.: (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009335-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=355276> (Дата обращения 26.04.2021)

4. Головин Ю. И. Наномир без формул. - М.: Лаборатория знаний, 2020. — 546 с. <https://znanium.com/read?id=365998> (Дата обращения 26.04.2021)

### **б) Дополнительная литература:**

1. История науки о материалах и технологиях: Учебное пособие / Носков Ф.М., Масанский О.А., Манушкина М.М. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 412 с.: ISBN 978-5-7638-3354-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=328452> (Дата обращения 26.04.2021)

2. Горизонты химии 21 столетия: Учебник / Под ред. Озерянский В.А. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2009. - 656 с. ISBN 978-5-9275-0715-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=134235> (Дата обращения 26.04.2021)

3. Физико-химические основы создания активных материалов: учебник / Куприянов М.Ф., Кабиров Ю.В., Рудская А.Г. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2011. - 278 с. ISBN 978-5-9275-0847-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=153125> (Дата обращения 26.04.2021)

4. материаловедение и технология материалов в 2 т : учебник для академического бакалавриата / Г. П. Фетисов [и др.] ; под редакцией Г. П. Фетисова. — 7-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2016. — 774 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-6608-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/389495> (Дата обращения 26.04.2021)

5. Генрих Эрлих. Малые объекты — большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии. -М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. -257 с. <https://znanium.com/read?id=366002> (Дата обращения 26.04.2021)

### **в) Методические указания:**

1. Технологические свойства металлических порошков: метод. указ. / Полякова М.А., Голубчик Э.М. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 11 с.

2. Кинематические параметры процесса деформирования некомпактных керамических масс: Метод. указ. / Чукин М.В., Барышников М.П., Бакаев Д.Р. – Магнитогорск: МГТУ, 2005. – 25 с.
3. Исследование уплотняемости металлических порошков: Метод. указ. / Гун Г.С., Ильина Н.Н., Полякова М.А / Магнитогорск: МГТУ, 2005. – 8 с.
4. Ситовый анализ: Метод. указ. / Рубин Г.Ш., Ильина Н.Н., Полякова М.А - Магнитогорск: МГТУ, 2007. – 12 с.
5. Плотность и пористость изделий из некомпактных материалов: Метод. указ. / Ильина Н.Н. – Магнитогорск: МГТУ, 2003. – 5 с.
6. Исследование реологических свойств политетрафторэтилена: Метод. указ. / Гун Г.С., Чукин М.В., Барышников М.П., Анцупов А.В. – Магнитогорск: МГТУ, 2003. – 14 с.
7. Эмалирование металлических изделий: Метод. указ. / Полякова М.А., Чукин М.В. – Магнитогорск: МГТУ, 2008 – 9 с.
8. Гальваническое цинкование стали: Метод. указ. / Мустафина В.Г. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 11 с.
9. Механизмы формирования мелкодисперсной структуры в процессах ОМД: Метод. указ. / Харитонов В.А., Ямашева Е.Ю. – Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – 36 с.
10. Моделирование процесса равноканальной угловой протяжки с использованием программного комплекса DEFORM-3D: Метод. указ. / Чукин М.В., Барышников М.П., Полякова М.А., Емалеева Д.Г., Кузнецова А.С. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 20 с.
11. Моделирование процессов интенсивной пластической деформации с использованием программного комплекса DEFORM-3D: Метод. указ. / Чукин М.В., Барышников М.П., Полякова М.А., Емалеева Д.Г., Мохнаткин А.В. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 20 с.
12. Изучение устройства и принципов работы растрового электронного микроскопа: Метод. указ. / Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Полякова М.А. Барышников М.П. – Магнитогорск: МГТУ, 2011. – 6 с.
13. Сканирующая зондовая микроскопия: лабораторный практикум / Ефимова Ю.Ю., Полякова М.А., Гулин А.Е. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 34 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

| Наименование ПО                         | № договора                | Срок действия лицензии |
|---|---------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional(для классов)  | Д-1227-18 от 08.10.2018   | 11.10.2021             |
| MS Windows 7 Professional (для классов) | Д-757-17 от 27.06.2017    | 27.07.2018             |
| MS Office 2007 Professional             | № 135 от 17.09.2007       | бессрочно              |
| 7Zip                                    | свободно распространяемое | бессрочно              |
| FAR Manager                             | свободно распространяемое | бессрочно              |

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса  | Ссылка  |
|---|---|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a> |

|  |   |
|--|---|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)   | URL:<br><a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>   |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)   | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>  |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам   | URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>  |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»   | URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>  |
| Российская Государственная библиотека. Кatalоги  | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>   |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова  | <a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>   |
| Университетская информационная система РОССИЯ  | <a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>   |
| Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»  | <a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>   |
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий   | <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>   |
| Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals   | <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>   |
| Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols   | <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>   |
| Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга  | <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>   |
| Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference  | <a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>   |
| Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH  | <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>   |
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»   | <a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>   |
| Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)   | <a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>   |
| Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические документы и подготовленные проекты документов по | <a href="https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii">https://fstec.ru/normotvorcheskaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii</a> |
| Информационная система - Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России  | <a href="https://bdu.fstec.ru/">https://bdu.fstec.ru/</a>   |

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.

2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.