

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 21.09.2023 17:04:30

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Наноструктурированные сверхтвердые материалы

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки

28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 8

аудиторные занятия

36

самостоятельная работа

72

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя 12			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	72	72	72	72
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*ктн, доц., Полушин Николай Иванович*

Рабочая программа

**Наноструктурированные сверхтвердые материалы**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы, 28.03.03-БНМ-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Получить знания, умения и навыки в области теоретических и технологических основ процессов получения наноструктурных сверхтвердых материалов (СТМ); методов создания сверхвысоких давлений, основных характеристик диаграмм состояния углерода и нитрида бора, использования нанотехнологий при получении поликристаллов СТМ, в связках алмазного инструмента и алмазно-гальванических покрытиях.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.08
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Нанотехнологии	
2.1.2	Процессы получения и обработки материалов	
2.1.3	Размерные эффекты в наноструктурных материалах	
2.1.4	Строение некристаллических систем	
2.1.5	Термодинамика металлических растворов	
2.1.6	Физика поверхности	
2.1.7	Физико-химия наносистем	
2.1.8	Химические способы получения наноматериалов	
2.1.9	Метрология, стандартизация и технические измерения в композиционных материалах	
2.1.10	Метрология, стандартизация и технические измерения функциональных наносистем	
2.1.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.13	Физика конденсированного состояния	
2.1.14	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.15	Процессы получения наночастиц и наноматериалов	
2.1.16	Основы квантовой механики	
2.1.17	Теоретическая механика и основы теории упругости	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-2: Способен осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31 методы осуществления сбора, систематизации и анализа научно-технической информации о существующих наноматериалах	
<b>ПК-1: Способен участвовать в проведении экспериментов по измерению характеристик наноматериалов и их расчетов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 Методы измерения параметров реакционных систем для получения наноструктурированных сверхтвердых материалов	
<b>ПК-2: Способен осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-2-У1 Проводить сбор научно-технической информации о существующих наноматериалах, систематизировать и анализировать эту информацию	
<b>ПК-1: Способен участвовать в проведении экспериментов по измерению характеристик наноматериалов и их расчетов</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 Определять значения температуры, давления, параметров газовых сред в которых осуществляется процесс получения сверхтвердых наноматериалов	
<b>ПК-2: Способен осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-2-В1 навыками систематизации, поиска и анализа научно-технической литературы по наноматериалам	

**ПК-1: Способен участвовать в проведении экспериментов по измерению характеристик наноматериалов и их расчетов**

**Владеть:**

ПК-1-В1 навыками измерения давления, температуры реакционных систем для получения наноструктурированных сверхтвердых материалов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Раздел 1. Принципы создания сверхвысоких давлений. Основные типы АД.</b>							
1.1	Главные принципы создания сверхвысоких статических давлений: мультипликация и массивная поддержка. Принципиальная схема прессов для АД. /Лек/ /Лек/	8	2	ПК-1-31	Л1.1 Э4			
1.2	Основные типы прессовых и беспрессовых КВД: поршень-цилиндр, наковальни Бриджмена, «белт», многопуансонные аппараты, камера «наковальня с лункой», аппарат «разрезная сфера» и др. /Лек/	8	2	ПК-1-31	Л1.1 Э4			
1.3	Измерение температуры в камере высокого давления /Пр/	8	2	ПК-1-У1	Л1.1 Э4			Р1
1.4	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и контрольным мероприятиям. /Ср/	8	10	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.2 Э4			
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Диаграмма состояния углерода и нитрида бора.</b>							
2.1	Структура модификаций и диаграмма состояния нитрида бора. Механизм и кинетика фазовых переходов в нитриде бора. /Лек/	8	2	ПК-1-31	Л1.1 Э1 Э2 Э4			
2.2	Механизм и кинетика фазовых переходов в нитриде бора. /Лек/	8	2	ПК-1-31	Л1.1 Э1 Э2			
2.3	Термодинамический расчет линии равновесия $\alpha\text{BN}$ и $\beta\text{BN}$ . /Пр/	8	1	ПК-1-У1	Л1.1 Э1 Э2 Э4			Р2
2.4	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	8	10	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Применение нанотехнологий при производстве алмазных поликристаллов и поликристаллов на основе нитрида бора.</b>							

3.1	Применение нанотехнологий при получении алмазных поликристаллов /Лек/	8	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э5 Э6			
3.2	Применение нанотехнологий при получении поликристаллов на основе нитрида бора. /Лек/	8	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э5 Э6		КМ1	
3.3	Разновидности алмазных поликристаллов, и поликристаллов на основе нитрида бора /Пр/	8	2	ПК-1-У1	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э5 Э6			Р3,Р4
3.4	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	8	10	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6			
	<b>Раздел 4. Раздел 4. Использование нанотехнологий в металлических связках для алмазного инструмента.</b>							
4.1	Марки алмазных порошков. Виды абразивного алмазного инструмента и виды связок для абразивного алмазного инструмента. /Лек/	8	3	ПК-1-31	Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э5 Э6			
4.2	Механизм упрочнения связок для алмазного инструмента за счет нанодисперсного модифицирования. /Лек/	8	3	ПК-1-31	Л1.2 Л1.3 Э1 Э2			
4.3	Механизм износа алмазного зерна (монокристаллического и сростков) в связке. Самозатачивание алмазного зерна. /Пр/	8	4	ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3 Э1 Э2			
4.4	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и контрольным мероприятиям. /Ср/	8	10	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э5 Э6			
	<b>Раздел 5. Раздел 5. Использование наномодифицирования в алмазно-гальванических покрытиях.</b>							
5.1	Основные технологические этапы и аппаратурное оформление изготовления алмазно-гальванического инструмента. /Лек/	8	3	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э7			
5.2	Наномодифицирование алмазно-гальванических покрытий /Лек/	8	3	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э7		КМ2	
5.3	Методы гомогенизации нанодисперсной добавки в шихте и методы контроля полученного результата /Пр/	8	3	ПК-1-У1 ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э7			Р5

5.4	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и контрольным мероприятиям. Подготовка к зачету. /Ср/	8	32	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э7			
-----	--	---	----	--	--------------------------------------	--	--	--

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
-----------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Контрольная работа 1	ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Современная фазовая диаграмма углерода. Расчет линий термодинамического равновесия.</li> <li>2. Влияние вида исходного углеродного материала на местоположение линии фазового равновесия Г-А.</li> <li>3. Механизм прямого перехода графит-алмаз.</li> <li>4. Каталитический синтез алмаза. Гипотезы о механизме.</li> <li>5. Структура и свойства модификаций углерода</li> <li>6. Механизм и кинетика фазовых переходов в углероде и нитриде бора</li> <li>7. Термодинамический расчет линий равновесия на диаграммах углерода и нитрида бора</li> <li>8. Диаграмма состояния нитрида бора. Термодинамический и структурный подход к явлению полиморфизма.</li> <li>9. Физико-химические основы получения различных модификаций порошков и поликристаллов плотных форм нитрида бора.</li> <li>10. Влияние степени кристаллического совершенства графитоподобного нитрида бора на процесс его превращения в плотные модификации.</li> <li>11. Основные принципы создания сверхвысоких давлений. Реализация этих принципов в конструкциях камер высокого давления.</li> <li>12. Принципиальная схема установок высокого давления. Конструкция и назначение основных узлов.</li> <li>13. Принципы создания сверхвысоких динамических давлений. Расчет величины динамического давления.</li> <li>14. Основные типы прессовых и безпрессовых КВД. Сравнительная характеристика этих установок и особенности их эксплуатации.</li> <li>15. Одноступенчатая и двухступенчатая камера «поршень-цилиндр». Основные принципы расчета толщины стенки полого цилиндра. Требования к материалам для деталей камеры.</li> <li>16. Конструкция камеры «Белт». Роль и конструкция деформируемых уплотнений. Особенности эксплуатации камеры.</li> <li>17. Отечественные КВД. Конструкции блок-матриц и подкладных плит.</li> <li>18. Основные типы установок высокого давления для взрывного синтеза. Особенности их эксплуатации.</li> <li>19. Характер распределения давления в камерах «поршень-цилиндр» в случае схемы одностороннего и двухстороннего сжатия для различных сред. Причины возникновения градиентов по давлению.</li> <li>20. Измерение давления в КВД поршневым манометром. Установление шкалы сверхвысоких давлений.</li> <li>21. Определения давления в КВД по фазовым переходам в реперных веществах. Методика проведения градуировки.</li> <li>22. Градиенты по давлению в КВД и их зависимость от конструкции камер. Схемы снаряжения реакционных ячеек КВД.</li> <li>23. Основы методики расчета тепловыделения и температуры в реакционной зоне КВД.</li> <li>24. Основные конструкционные материалы для АВД. Требования к свойствам и методы контроля.</li> <li>25. Передающие давление среды. Состав и необходимые требования к свойствам. Методика изготовления контейнеров.</li> <li>24. Прокладочные и электроизоляционные материалы. Материалы для нагревателей. Методы изготовления нагревателей.</li> <li>26. Методы исследования растворимости углерода в расплавах металлов при СВД.</li> <li>27. Изучение фазовых переходов под воздействием давления. Рентгеновские исследования под давлением.</li> <li>28. Измерение электрических свойств под давлением.</li> </ol>
-----	----------------------	---------	---

КМ2	Контрольная работа 2	ПК-2-31	<p>Виды алмазных поликристаллов и схемы сборки контейнеров для их получения</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технология получения алмазных поликристаллов АСПК</li> <li>2. Технология получения алмазных поликристаллов АСБ</li> <li>3. Технология получения алмазных поликристаллов АРС</li> <li>4. Технология получения алмазных поликристаллов СВ</li> <li>5. Варианты введения нанодисперсных добавок при получении поликристаллов АСПК</li> <li>6. Методы контроля распределения наномодификатора по объему катализатора</li> <li>7. Спекание алмазных поликристаллов из нанодисперсных алмазных порошков</li> <li>8. Влияние наномодификаторов на прочность АСПК</li> <li>9. Применение нанотехнологий для повышения прочностных свойств связок алмазного инструмента</li> <li>10. Виды связок для абразивного алмазного инструмента</li> <li>11. Механизм износа алмазного зерна (монокристаллического и сростков) в связке. Самозатачивание алмазного зерна</li> <li>12. Оптимизация соотношения прочности и износостойкости алмазного зерна и связки в инструменте</li> <li>13. Теоретические модели дисперсионного упрочнения материалов</li> <li>14. Механизм упрочнения связок для алмазного инструмента за счет нанодисперсного модифицирования</li> <li>15. Механизм повышения прочности удержания алмазного зерна в связке за счет нанодисперсного модифицирования</li> <li>16. Методы исследования фракционного состава нанодисперсных порошков</li> <li>17. Методы гомогенизации нанодисперсной добавки в шихте и методы контроля полученного результата</li> <li>18. Методы оценки прочности закрепления алмазного зерна в связке</li> <li>19. Методы повышения прочности удержания алмазного зерна в связке</li> <li>20. Основные технологические этапы и аппаратное оформление изготовления алмазно-гальванического инструмента</li> <li>21. Методы гомогенизации нанодисперсных модификаторов в электролите</li> <li>22. Роль ПАВ в процессе гомогенизации нанодисперсной добавки в электролите</li> <li>23. Влияние плотности тока на прочность и твердость наномодифицированного алмазно-гальванического покрытия</li> <li>24. Влияние концентрации нанодисперсной добавки на прочность и твердость наномодифицированного алмазно- гальванического покрытия</li> <li>25. Влияние концентрации ПАВ на прочность и твердость наномодифицированного алмазно-гальванического покрытия</li> <li>26. Методы оценки прочности наномодифицированного алмазно-гальванического покрытия</li> <li>27. Методика измерения твердости наномодифицированного алмазно-гальванического покрытия</li> </ol>
-----	----------------------	---------	---

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическое занятие 1	ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принципиальные варианты измерения температуры в КВД.</li> <li>2. Причины возникновения градиентов по температуре в КВД.</li> <li>3. Методы устранения градиентов по температуре в КВД.</li> <li>4. Методы измерения температуры в КВД.</li> <li>5. Погрешности при измерении температуры в КВД.</li> </ol>
P2	Практическое занятие 2	ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фазовая и реакционная диаграмма состояния углерода.</li> <li>2. Методы расчета линии равновесия графит-алмаз.</li> <li>3. Расчет линии равновесия графит-алмаз с различными углеродными материалами.</li> <li>4. Различные степени приближения при расчете линии равновесия графит-алмаз.</li> <li>5. Термодинамические параметры, используемые при расчете линии равновесия графит-алмаз.</li> </ol>

P3	Практическое занятие 3	ПК-1-У1;ПК-1-В1	1. Схема сборки контейнера и синтез алмазных поликристаллов АСПК 2. Схема сборки контейнера и синтез алмазных поликристаллов АСБ 3. Схема сборки контейнера и синтез алмазных поликристаллов АРС 4. Схема сборки контейнера и синтез алмазных поликристаллов СВ 5. Схема сборки контейнера и синтез АТП
P4	Практическое занятие 4	ПК-1-У1;ПК-1-В1	1. Механизм износа алмазного монокристаллического зерна. 2. Механизм износа алмазного поликристаллического зерна. 3. Самозатачивание алмазного монокристаллического и поликристаллического зерна 4. Оптимизация прочностных характеристик связки и алмазного зерна 5. Морфология синтетических алмазных порошков по ГОСТ 9206-80
P5	Практическое занятие 5	ПК-1-У1;ПК-1-В1	1. Аппаратура и технология изготовления алмазно-гальванического инструмента. 2. Преимущества и недостатки алмазно-гальванического инструмента. 3. Методы введения нанодисперсных добавок в электродлит. 4. Методы борьбы с агрегированием нанодисперсных модификаторов в электролите. 5. Механизмы дисперсного упрочнения.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Обучающиеся для получения зачета должны выполнить все работы, указанные в данном разделе. Оценка формируется как среднеарифметическое из оценок за текущие контрольные и практические работы.

Шкала оценивания знаний обучающихся:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу. В балльной системе 85 – 100 %.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал. В балльной системе 75 – 84 %.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике. В балльной системе 51 – 74 %.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы. В балльной системе менее 51 %.

Оценка «не явка» – обучающийся не посещал занятия.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Поляков В. П., Ножкина А. В., Чириков Н. В.	Алмазы и сверхтвердые материалы: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л1.2		Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия	Библиотека МИСиС	,
Л1.3		Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС,

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Поляков В. П., Павлов Ю. А., Полушин Н. И., Кондратьев Н. Н.	Физико-химические свойства и процессы получения алмазов и других высокотвердых материалов. Раздел: Получение плотных форм нитрида бора и других высокотвердых материалов: учеб. пособие для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1983
Л2.2	Ножкина А. В., Костиков В. И., Варенков А. Н., Павлов Ю. А.	Физико-химические свойства и процессы получения алмазов и других высокотвердых материалов: Разд.: Физико-химические свойства алмазов: курс лекций для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л2.3	Лаптев А. И., Ермолаев А. А.	Сверхтвердые материалы. Особенности структуры углеродистых материалов и основы термодинамики их превращения в алмаз: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л2.4	Маслов А. Л., Полушин Н. И.	Разработка композиционных связок импортозамещающего алмазно-гальванического инструмента, упрочненных нанодисперсными порошками алмаза и оксида алюминия: автореф... к.т.н., спец. 05.16.06 - 'Порошковая металлургия и композиционные материалы'	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2015
Л2.5	Егоров Б. Л.	Классификация алмазов и их сортировка: Разд.: Минералогия и классификация алмазов: Курс лекций для студентов спец. 0204	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1980

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС. - URL: <a href="http://lib.misis.ru/elbib.html">http://lib.misis.ru/elbib.html</a> [режим доступа: свободный].	<a href="http://lib.misis.ru/elbib.html">http://lib.misis.ru/elbib.html</a>
Э2	Научная электронная библиотека. - URL: <a href="http://www.e-library.ru">http://www.e-library.ru</a> [режим доступа: свободный].	<a href="http://www.e-library.ru">http://www.e-library.ru</a>
Э3	ScienceDirect - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир. - URL: <a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a> [режим доступа: из сети университета].	<a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a>
Э4	Ступников, В.А., Булычев, Б.М. Высокие давления в химии, алмаз и алмазоподобные материалы // Портал фундаментального химического образования России. - URL: <a href="http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/highp/Diamond.pdf">http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/highp/Diamond.pdf</a> [режим доступа: свободный].	<a href="http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/highp/Diamond.pdf">http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/highp/Diamond.pdf</a>
Э5	ГОСТ 9206-80. Порошки алмазные. Технические условия. - URL: <a href="http://docs.cntd.ru/document/gost-9206-80">http://docs.cntd.ru/document/gost-9206-80</a> [режим доступа: свободный].	<a href="http://docs.cntd.ru/document/gost-9206-80">http://docs.cntd.ru/document/gost-9206-80</a>
Э6	ГОСТ Р 52370-2005 Порошки из природных алмазов. Технические условия. - URL: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200041196">http://docs.cntd.ru/document/1200041196</a> [режим доступа: свободный].	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200041196">http://docs.cntd.ru/document/1200041196</a>

Э7	Маслов А.Л. Разработка композиционных связок импортозамещающего алмазно-гальванического инструмента, упрочненных нанодисперсными порошками алмаза и оксида алюминия: дис. канд. техн. наук: 05.16.06. – М., 2015. - URL: <a href="https://misis.ru/files/3071/maslov_disser.compressed.pdf">https://misis.ru/files/3071/maslov_disser.compressed.pdf</a> [режим доступа: свободный].	<a href="https://misis.ru/files/3071/maslov_disser.compressed.pdf">https://misis.ru/files/3071/maslov_disser.compressed.pdf</a>
----	--	---

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ОС Linux (Ubuntu) / Windows
П.2	Microsoft Office
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
И.1	Научная электронная библиотека – <a href="http://www.e-library.ru">http://www.e-library.ru</a>
И.2	Информационная система <a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для освоения дисциплины рекомендуется изучать тему занятия до его проведения, используя литературу, указанную в разделе Содержание.