

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 22.09.2023 10:04:38

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)

# Наноразмерные сверхтвёрдые материалы и алмазоподобные пленки

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки

28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Композиционные наноматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	16	17	16
Практические	17	16	17	16
Итого ауд.	34	32	34	32
Контактная работа	34	32	34	32
Сам. работа	74	76	74	76
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*ктн, доц., Полушин Николай Иванович*

Рабочая программа

**Наноразмерные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.03 Наноматериалы, 28.04.03-МНМ-23-1.plx Композиционные наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.03 Наноматериалы, Композиционные 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 17.06.2020 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); использования нанотехнологий при получении поликристаллов СТМ, в связках алмазного инструмента и алмазно-гальванических покрытиях, а так же при получении алмазных и алмазоподобных пленок.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Аморфные и нанокристаллические материалы	
2.1.2	Дифракционные методы исследования наноматериалов	
2.1.3	Информационно-аналитические системы в материаловедении	
2.1.4	Неравновесные конденсированные системы, часть 1	
2.1.5	Современные проблемы нанотехнологий	
2.1.6	Фазовое равновесие в многокомпонентных системах	
2.1.7	Физика поверхностей раздела в твердых телах	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Механика полимеров	
2.2.2	Наночастицы и наноматериалы	
2.2.3	Тонкопленочные материалы	
2.2.4	Экспериментальные методы в физике магнетизма	
2.2.5	Экспериментальные методы физики наноматериалов	
2.2.6	Научно-педагогическая практика	
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.8	Преддипломная практика	

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

<b>ПК-4: Способен вести нормативные и методические документы при проведении научно-исследовательских работ</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31 методику ведения нормативных и методических документов при проведении научно-исследовательских работ	
<b>ПК-3: Способен планировать, проектировать и разрабатывать продукцию в части контроля, измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов, а также их разработки и выбора</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-31 Основные методы измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов для наноразмерных СТМ, алмазных и алмазоподобных пленок	
<b>ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области получения и исследования наноматериалов и проводить испытания наноструктурированных композиционных материалов в соответствии с новыми техническими требованиями и осуществлять их контроль</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 Основные методы создания наноразмерных сверхтвердых материалов (СТМ), алмазных и алмазоподобных пленок CVD - методом	
<b>ПК-4: Способен вести нормативные и методические документы при проведении научно-исследовательских работ</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У1 вести нормативные и методические документы при проведении научно-исследовательских работ	
<b>ПК-3: Способен планировать, проектировать и разрабатывать продукцию в части контроля, измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов, а также их разработки и выбора</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-3-У1 Рассчитывать параметры получения наноразмерных СТМ, алмазных и алмазоподобных пленок	
<b>ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области получения и исследования наноматериалов и проводить испытания наноструктурированных композиционных материалов в соответствии с новыми техническими требованиями и осуществлять их контроль</b>	

<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 Определять физико-механические свойства наноразмерных СТМ, алмазных и алмазоподобных пленок CVD - методом
<b>ПК-4: Способен вести нормативные и методические документы при проведении научно-исследовательских работ</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 способами ведения нормативных и методических документов при проведении научно-исследовательских работ
<b>ПК-3: Способен планировать, проектировать и разрабатывать продукцию в части контроля, измерения свойств и испытания основных, вспомогательных и расходных материалов, а также их разработки и выбора</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Способами регулирования параметров получения наноразмерных СТМ, алмазных и алмазоподобных пленок для достижения необходимых свойств указанных материалов.
<b>ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области получения и исследования наноматериалов и проводить испытания наноструктурированных композиционных материалов в соответствии с новыми техническими требованиями и осуществлять их контроль</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Методами исследования микроструктуры наноразмерных СТМ, алмазных и алмазоподобных пленок CVD - методом

#### 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. Применение нанотехнологий при производстве алмазных поликристаллов, поликристаллов на основе нитрида бора в металлических связках для алмазного инструмента.</b>							
1.1	Применение нанотехнологий при получении алмазных поликристаллов и поликристаллов на основе нитрида бора /Лек/	2	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1			
1.2	Механизм упрочнения металлических связок для алмазного инструмента за счет нанодисперсного модифицирования /Лек/	2	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э2			
1.3	Разновидности алмазных поликристаллов, и поликристаллов на основе нитрида бора /Пр/	2	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э3			Р1
1.4	Механизм износа алмазного зерна (монокристаллического и сростков) в связке. Самозатачивание алмазного зерна /Пр/	2	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э4			Р2
1.5	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и контрольным мероприятиям /Ср/	2	24	ПК-1-31	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Использование наномодифицирования в алмазно-гальванических покрытиях.</b>							

2.1	Основные технологические этапы и аппаратурное оформление изготовления алмазно-гальванического инструмента /Лек/	2	2	ПК-1-31	Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э4 Э5			
2.2	Наномодифицирование алмазно-гальванических покрытий. Механизм и параметры повышения стойкости наномодифицированного инструмента /Лек/	2	2	ПК-3-31	Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э4 Э5		КМ1	
2.3	Методы гомогенизации нанодисперсной добавки в шихте и методы контроля полученного результата /Пр/	2	2	ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э4 Э5			Р3
2.4	Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) для предотвращения агрегирования нанодисперсных модификаторов /Пр/	2	2	ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э4 Э5			Р4
2.5	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и контрольным мероприятиям /Ср/	2	24	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.4 Л1.5Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Синтез алмаза из газовой фазы. Газофазный синтез алмазоподобных материалов.</b>							
3.1	Аппаратура и методы получения алмаза из газовой фазы. Кинетика и механизм синтеза алмаза из газовой фазы /Лек/	2	2	ПК-1-31	Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		

3.2	Газофазный синтез высокотвердых алмазоподобных материалов: к-BN, SiC, AlN /Лек/	2	2	ПК-1-31	Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		
3.3	Теплообмен в реакторе для выращивания алмазных пленок (АП). Расчет перепада температур в подложке для роста АП /Пр/	2	4	ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		Р5

3.4	Расчет упругости пара и скорости испарения материалов для активатора газовой фазы. Влияние величины энергии активации АП на ее линейную скорость роста. Легирование АП /Пр/	2	4	ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		Р6
3.5	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	2	16	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2Л2.4 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		
	<b>Раздел 4. Раздел 4. Детонационный алмаз: методы получения и области применения.</b>							

4.1	Детонационный алмаз. Синтез, фазовая и химическая очистка /Лек/	2	2	ПК-4-31	Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		
4.2	Детонационный алмаз. Модифицирование, применение в износостойких покрытиях /Лек/	2	2	ПК-4-31	Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.	КМ2	

4.3	Проработка лекционного материала. Подготовка к контрольным мероприятиям /Ср/	2	12	ПК-4-В1	Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		
-----	--	---	----	---------	----------------------	--	--	--

### 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 - Методы создания высоких давлений и температур. Аппаратура высокого давления. Измерение давления и температуры в камере высокого давления. Диаграмма состояния углерода и нитрида бора. Полиморфные модификации. Термодинамика и механизм фазовых переходов в углероде и нитриде бора.	ПК-1-31;ПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сверхтвердые материалы.</li> <li>2. Принципы создания сверхвысоких давлений.</li> <li>3. Виды аппаратов высокого давления.</li> <li>4. Методы измерения сверхвысоких давлений.</li> <li>5. Методы измерения температур в КВД.</li> <li>6. Градиенты по Р и Т и методы их уменьшения.</li> <li>7. Термодинамика фазового перехода графит-алмаз.</li> <li>8. Влияние вида исходного углеродного материала на параметры и механизм фазового перехода в алмаз.</li> <li>9. Современная фазовая и реакционная диаграмма углерода. Наноструктурные модификации углерода.</li> <li>10. Термодинамика фазовых переходов в нитриде бора.</li> <li>11. Диаграмма состояния нитрида бора.</li> </ol>

КМ2	Контрольная работа №2 - Применение нанотехнологий при получении алмазных поликристаллов и поликристаллов на основе плотных форм нитрида бора. Теоретические основы и методы получения алмазных и алмазоподобных пленок. Методы их легирования и области применения.	ПК-1-31;ПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение нанотехнологий при получении алмазных поликристаллов.</li> <li>2. Спекание алмазных поликристаллов из наноразмерных алмазных порошков.</li> <li>3. Методы введения нанодисперсных модификаторов в структуру алмазного поликристалла.</li> <li>4. Влияние модифицирования на прочностные свойства алмазных поликристаллов.</li> <li>5. Применение нанотехнологий при получении поликристаллов на основе плотных форм нитрида бора.</li> <li>6. Влияние модифицирования на прочностные свойства поликристаллов на основе нитрида бора.</li> <li>7. Применение нанотехнологий для повышения прочностных характеристик связок алмазного инструмента.</li> <li>8. Зависимость свойств связок от вида и концентрации нанодисперсных модификаторов.</li> <li>9. Основные физико-химические процессы на поверхности алмазных пленок при их наращивании из газовой фазы.</li> <li>10. Аппаратура и методы синтеза алмазных пленок. Физико-механические свойства алмазных пленок.</li> <li>11. Особенности и преимущества синтеза твердых алмазоподобных материалов из газовой фазы.</li> <li>12. Основные составляющие теплообмена между активатором и подложкой в реакторе с нагретой проволокой.</li> <li>13. Метод синтеза алмазных пленок в режиме высокотемпературной высокоградиентной химической транспортной реакции. Основные параметры процесса.</li> <li>14. Синтез алмаза из ацетилен-кислородного пламени.</li> <li>15. Чем объясняется преимущественный рост алмаза и отсутствие выделения графита при химической кристаллизации алмаза из активированной газовой фазы.</li> <li>16. Стадии зарождения и образования алмазных покрытий на металлах.</li> <li>17. Геометрические и энергетические факторы при легировании алмаза. Геометрические и энергетические факторы при легировании алмаза. Какая из пирамид роста алмаза: (111) и (100) имеет более высокий уровень легирования бором.</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
Р1	Практическая работа №1 - Разновидности алмазных поликристаллов, и кристаллов на основе нитрида бора	ПК-1-У1;ПК-1-В1	
Р2	Практическая работа №2 - Механизм износа алмазного зерна (монокристаллического и сростков) в связке. Самозатачивание алмазного зерна	ПК-1-У1;ПК-1-В1	
Р3	Практическая работа №3 - Методы гомогенизации дисперсной добавки в шихте и методы контроля полученного результата	ПК-1-У1;ПК-1-В1	

P4	Практическая работа №4 - Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) для предотвращения агрегирования нанодисперсных модификаторов	ПК-3-У1;ПК-3-В1	
P5	Практическая работа №5 - Теплообмен в реакторе для выращивания алмазных пленок (АП). Расчет перепада температур в подложке для роста АП	ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	
P6	Практическая работа №6 - Расчет упругости пара и скорости испарения материалов для активатора газовой фазы. Влияние величины энергии активации АП на её линейную скорость роста. Легирование АП	ПК-3-У1;ПК-3-В1	

### 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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Полушин Н. И., Калашников Я. А., Спицын Б. В.	Процессы получения и свойства сверхтвердых материалов: практикум	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2009
Л1.3	Полушин Н. И., Кучина И. Ю., Маслов А. Л.	Сверхтвердые материалы. Рентгенографические, электронно-микроскопические и дериватографические методы исследования сверхтвердых материалов: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подг. бакалавров и магистров 150100 'Материаловедение и технологии материалов' и спец. 150701 'Физико-химия процессов и материалов'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014
Л1.4		Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия	Библиотека МИСиС	,
Л1.5		Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС,

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Витязь П. А.	Наноалмазы детонационного синтеза: получение и применение: монография	Электронная библиотека	Минск: Белорусская наука, 2013
Л2.2	Лаптев А. И., Ермолаев А. А., Беломытцев М. Ю.	Получение и свойства сверхтвердых материалов. Расчет алмазного инструмента для сверления: учебное пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л2.3	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	Электронная библиотека	М.: Учеба, 1983
Л2.4	Павлов Ю. А., Поляков В. П.	Исследование способов получения алмазов, алмазосодержащих и сверхтвердых материалов	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.su/rus/teaching/highp/Diamond.pdf">http://www.chem.msu.su/rus/teaching/highp/Diamond.pdf</a> [режим доступа: свободный].	<a href="http://www.chem.msu.su/rus/teaching/highp/Diamond.pdf">http://www.chem.msu.su/rus/teaching/highp/Diamond.pdf</a>
Э5	Маслов А.Л. Разработка композиционных связей 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	Microsoft Office
П.2	Microsoft Excel
П.3	Microsoft PowerPoint
П.4	ОС Linux (Ubuntu) / Windows

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

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, 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, ПК с 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.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

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