

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 17:35:37

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)

# Ионно-плазменная обработка материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

28.03.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 8

аудиторные занятия

39

самостоятельная работа

78

часов на контроль

27

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя 12			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	13	13	13	13
Лабораторные	13	13	13	13
Практические	13	13	13	13
Итого ауд.	39	39	39	39
Контактная работа	39	39	39	39
Сам. работа	78	78	78	78
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*ктн, Доцент, Курочка Александр Сергеевич; ктн, Доцент, Сергиенко Андрей Алексеевич*

Рабочая программа

**Ионно-плазменная обработка материалов**

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 28.03.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.03.01-БНМТ-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра технологии материалов электроники**

Протокол от 28.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения Костишин В. Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также изучение студентами современных достижений в области вакуум-плазменных, ионно-лучевых и плазмохимических процессов и их применение при получении пленочных гетерокомпозиций в электронике. Наука поможет решить ряд инженерных задач, стоящих перед выпускниками в их трудовой деятельности
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Инженерная математика	
2.1.2	Конструкционные материалы и их технологии	
2.1.3	Материаловедение магнитной электроники и микросистемной техники	
2.1.4	Оборудование микро- и нанотехнологий	
2.1.5	Оборудование производства магнитных материалов	
2.1.6	Оформление результатов научной деятельности	
2.1.7	Технология материалов нанoeлектроники и микросистемной техники	
2.1.8	Физические основы микро- и наносистемной техники	
2.1.9	Функциональные материалы и их технологии	
2.1.10	Материаловедение наноструктурированных материалов	
2.1.11	Материалы и элементы микро- и наносенсорики	
2.1.12	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем	
2.1.13	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.14	Физика диэлектриков	
2.1.15	Физика конденсированного состояния	
2.1.16	Физика магнитных явлений	
2.1.17	Физика полупроводников и основы твердотельной электроники	
2.1.18	Безопасность жизнедеятельности	
2.1.19	Метрология, стандартизация и технические измерения технологии материалов электроники	
2.1.20	Общее материаловедение	
2.1.21	Статистическая физика	
2.1.22	Физические свойства кристаллов	
2.1.23	Электроника	
2.1.24	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.25	Методы математической физики	
2.1.26	Основы квантовой механики	
2.1.27	Практическая кристаллография	
2.1.28	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.29	Физика	
2.1.30	Физическая химия	
2.1.31	Электротехника	
2.1.32	Математика	
2.1.33	Органическая химия	
2.1.34	Экономика	
2.1.35	Информатика	
2.1.36	Химия	
2.1.37	Инженерная и компьютерная графика	
<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 моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций</b>
<b>Знать:</b>

ПК-2-31 Закономерности изменения параметров материалов при ионно-плазменной обработке
ПК-2-31 Закономерности изменения параметров материалов при ионно-плазменной обработке
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-31 Основные физико-технологические условия применения ионно-плазменной обработки для изменения свойств материалов
УК-1-31 Основные физико-технологические условия применения ионно-плазменной обработки для изменения свойств материалов
<b>ПК-6: Способен выявлять перспективные направления исследований в области физики, химии и технологии магнитных материалов, полупроводников, диэлектриков, металлов и сплавов, метаматериалов и радиокерамики для совершенствования устройств и систем микро- и наносистемной техники</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-6-У1 Обосновывать использование эффектов ионного воздействия на твердое тело для низкотемпературного синтеза соединений
<b>ПК-2: Способен моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Применять закономерности плазмохимического травления тонкопленочных материалов электронной техники для выбора целесообразных параметров плазменного травления
<b>ПК-6: Способен выявлять перспективные направления исследований в области физики, химии и технологии магнитных материалов, полупроводников, диэлектриков, металлов и сплавов, метаматериалов и радиокерамики для совершенствования устройств и систем микро- и наносистемной техники</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-6-У1 Обосновывать использование эффектов ионного воздействия на твердое тело для низкотемпературного синтеза соединений
<b>ПК-2: Способен моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Применять закономерности плазмохимического травления тонкопленочных материалов электронной техники для выбора целесообразных параметров плазменного травления
<b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>
<b>Уметь:</b>
УК-2-У1 Обосновывать использование эффектов взаимодействия частиц и излучений с веществом для прогнозирования изменения свойств микро- и наноразмерных материалов в технологии микро- и нанoeлектроники
УК-2-У1 Обосновывать использование эффектов взаимодействия частиц и излучений с веществом для прогнозирования изменения свойств микро- и наноразмерных материалов в технологии микро- и нанoeлектроники
<b>ПК-2: Способен моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В2 Формулирование целей и задач проведения работ по экспериментальной разработке технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 Методы измерений геометрических и электрофизических параметров микро- и наноразмерных пленочных структур, полученных при использовании нетермически активируемых процессов
<b>ПК-2: Способен моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В2 Формулирование целей и задач проведения работ по экспериментальной разработке технологических процессов производства микро- и наноразмерных электромеханических систем

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач**

**Владеть:**

УК-1-В1 Методы измерений геометрических и электрофизических параметров микро- и наноразмерных пленочных структур, полученных при использовании нетермически активируемых процессов

**ПК-2: Способен моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций**

**Владеть:**

ПК-2-В1 Творческое и системное мышление по выбору оптимальных параметров ионно-плазменных процессов получения тонкопленочных материалов электронной техники

ПК-2-В1 Творческое и системное мышление по выбору оптимальных параметров ионно-плазменных процессов получения тонкопленочных материалов электронной техники

#### 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. Ионно-плазменные процессы в технологии микро- и нанoeлектроники</b>							
1.1	Основы ионно-плазменной технологии /Лек/	8	3	УК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6			
1.2	Особенности плазмохимического и ионно-химического травления материалов /Лек/	8	2	УК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6			
1.3	Характеристика и этапы процесса ионно-плазменного нанесения слоев /Лек/	8	2	УК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6			
1.4	Расчет параметров ионно-лучевого травления материалов /Пр/	8	4	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.8		КМ2	Р1
1.5	Расчет параметров ионно-лучевого нанесения пленок /Пр/	8	4	УК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4		КМ3	Р2
1.6	Расчет параметров радиационно-стимулируемой диффузии /Пр/	8	2	УК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.7		КМ4	Р3
1.7	Плазмохимическое травление фоторезиста и диэлектрических пленок /Лаб/	8	4	УК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	Занятие проводится в специализированной лаборатории	КМ7	Р6
1.8	Ионно-лучевое распыление материалов. Распределение толщины пленок по пластине. /Лаб/	8	5	УК-1-В1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	Занятие проводится в специализированной лаборатории	КМ8	Р7
1.9	Ионное получение наноразмерных пленок. Определение электрофизических параметров гетероструктур /Лаб/	8	4	УК-1-В1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	Занятие проводится в специализированной лаборатории	КМ9	Р8

1.10	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и защите практических занятий, лабораторных работ /Ср/	8	50	УК-1-31 УК-2-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8			
<b>Раздел 2. Ионный синтез соединений и ионная кристаллизация</b>								
2.1	Энергетические особенности ионно-стимулируемого нанесения пленок /Лек/	8	2	УК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.5			
2.2	Ионно-активируемый синтез тонких пленок /Лек/	8	2	УК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.5			
2.3	Расчет параметров ионного синтеза в полупроводниках /Пр/	8	2	УК-2-У1 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.6 Л2.7 Л2.8		КМ5	Р4
2.4	Сравнительные оценки параметров элементов, получаемых с использованием ионно-плазменных процессов /Пр/	8	1	УК-2-У1 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.6 Л2.7 Л2.8		КМ6	Р5
<b>Раздел 3. Принципиальные возможности ионно-плазменных процессов для создания элементов в технологии микро- и нанoeлектроники</b>								
3.1	Получение слоисто-однородных слоев /Лек/	8	2	УК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.5			
3.2	Написание реферата /Ср/	8	28	УК-1-31 УК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8			

### 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	Вопросы к экзамену	ПК-2-31;УК-1-31	<p>Где применяется вакуум-плазменная технология?</p> <p>Приведите классификацию процессов ионно-плазменной технологии.</p> <p>Какие Вам известны особенности плазмохимического травления материалов?</p> <p>Охарактеризуйте процесс реактивного ионно-лучевого нанесения пленочных материалов.</p> <p>Что такое ионно-химическое травление материалов?</p> <p>Какие Вы знаете этапы процесса вакуум-плазменного осаждения пленок?</p> <p>Охарактеризуйте процесс плазмохимического травления материалов.</p> <p>Охарактеризуйте процесс ионно-плазменного нанесения слоев.</p> <p>Охарактеризуйте процесс высокочастотного травления материалов.</p> <p>Охарактеризуйте процесс ионно-лучевого травления.</p> <p>Что такое реактивное ионно-плазменное травление?</p> <p>Что такое реактивное ионно-лучевое нанесение пленочных материалов?</p> <p>Как формируется микрорельефа поверхности при ионном распылении?</p> <p>Расскажите о структурообразовании в пленках при ионно-плазменном нанесении.</p> <p>Что такое селективность процесса плазмохимического травления?</p> <p>Какие могут быть повреждения поверхности материалов при ионно-плазменном травлении?</p> <p>Что такое анизотропия процесса плазмохимического травления?</p> <p>Как происходит ионно-плазменная очистка поверхности материала?</p> <p>Охарактеризуйте радиационно-стимулируемое травление (РСТ).</p> <p>Что такое фотонно-стимулируемое травление?</p>
КМ2	Контрольные вопросы для защиты практической работы №1	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	<p>От каких параметров зависит скорость ионно-лучевого травления?</p> <p>Что такое коэффициент распыления?</p>
КМ3	Контрольные вопросы для защиты практической работы №2	ПК-6-У1;УК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	<p>От каких параметров зависит скорость ионно-лучевого нанесения?</p> <p>Какие материалы можно наносить данным способом?</p>
КМ4	Контрольные вопросы для защиты практической работы №3	УК-2-У1;ПК-2-В2;ПК-2-В1	<p>Охарактеризуйте радиационно-стимулируемую диффузию.</p> <p>От каких параметров зависит коэффициент диффузии?</p>
КМ5	Контрольные вопросы для защиты практической работы №4	УК-2-У1;ПК-6-У1	<p>От каких параметров зависит скорость ионного синтеза в полупроводниках?</p>
КМ6	Контрольные вопросы для защиты практической работы №5	УК-2-У1;ПК-6-У1	<p>Чем отличается ионно-плазменное травление от ионно-лучевого?</p> <p>Какие материалы можно получать ионно-плазменным и ионно-лучевым нанесением слоев?</p>
КМ7	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №1	УК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	<p>Какие фоторезисты Вы знаете?</p> <p>Какие диэлектрические пленки применяются в микроэлектронике в технологии интегральных микросхем?</p>
КМ8	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №2	УК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	<p>Дайте определение коэффициенту распыления.</p> <p>От чего зависит равномерность толщины тонкой пленки по поверхности полупроводниковой пластины?</p>

КМ9	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №3	ПК-6-У1;УК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Какие ионы используются для получения пленок? Перечислите основные электрофизические параметры гетероструктур.
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическая работа № 1 Ионно-лучевое травление материалов	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Расчет параметров ионно-лучевого травления материалов
P2	Практическая работа № 2 Ионно-лучевое нанесение пленок	ПК-6-У1;УК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Расчет параметров ионно-лучевого нанесения пленок
P3	Практическая работа № 3 Радиационно-стимулируемая диффузия	УК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Расчет параметров радиационно-стимулируемой диффузии
P4	Практическая работа № 4 Ионный синтез в полупроводниках	УК-2-У1;ПК-6-У1	Расчет параметров ионного синтеза в полупроводниках
P5	Практическая работа № 5 Технология получения элементов с использованием ионно-плазменных процессов	УК-2-У1;ПК-6-У1	Сравнительные оценки параметров элементов, получаемых с использованием ионно-плазменных процессов
P6	Лабораторная работа № 1 Плазмохимическое травление фоторезиста и диэлектрических пленок	УК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Расчет параметров и проведение процесса плазмохимического травления фоторезиста и диэлектрических пленок
P7	Лабораторная работа № 2 Ионно-лучевое распыление материалов	УК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Расчет параметров и проведение процесса ионно-лучевого распыления материалов. Расчет и измерение распределения толщины пленок по пластине
P8	Лабораторная работа № 3 Ионное получение наноразмерных пленок	ПК-6-У1;УК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Определение электрофизических параметров гетероструктур



P9	Реферат	УК-1-31;ПК-2-31	<p>Основы вакуум-плазменной технологии</p> <p>Классификация процессов ионно-плазменной технологии</p> <p>Особенности плазмохимического травления материалов</p> <p>Реактивное ионно-лучевое нанесение пленочных материалов</p> <p>Ионно-химическое травление материалов</p> <p>Этапы процесса вакуум-плазменного осаждения пленок</p> <p>Плазмохимическое травление материалов</p> <p>Характеристика процесса ионно-плазменного нанесения слоев</p> <p>Высокочастотное травление материалов</p> <p>Формирование микрорельефа поверхности при ионном распылении</p> <p>Структурообразование в пленках при ионно-плазменном нанесении</p> <p>Селективность процесса плазмохимического травления</p> <p>Повреждения поверхности материалов при ионно-плазменном травлении</p> <p>Анизотропия процесса плазмохимического травления</p>
----	---------	-----------------	--

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

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и одной задачи. Задачи в билетах являются типовыми и подобные задачи обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины.

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

«отлично» – студент отвечает на два вопроса и решает задачу, показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала;

«хорошо» – студент отвечает на один вопрос и решает задачу, показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал;

«удовлетворительно» – студент отвечает на один вопрос или решает только задачу, показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов;

«неудовлетворительно» – студент не отвечает на оба вопроса и не решает задачу, допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Крапухин В. В., Соколов И. А., Кузнецов Г. Д.	Технология материалов электронной техники: Теория процессов полупроводниковой технологии: Учебник для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1995
Л1.2	Крапухин В. В., Соколов И. А., Кузнецов Г. Д.	Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов: Учебник для студ. вузов по спец. 'Технология спец. материалов электронной техники'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кузнецов Г. Д., Никоненко В. А., Полистанский Ю. Г., Сушков В. П., Кузнецов Г. Д.	Методика определения параметров тонких пленок и эпитаксиальных слоев: лаб. практикум для студ. напр. 550700, 551600, 553100 и спец. 200110, 200200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999
Л2.2	Кузнецов Г. Д., Курочка С. П., Кушхов А. Р., др.	Процессы микро- и нанотехнологии. Ионно-плазменные процессы: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Кузнецов Г. Д., Кушхов А. Р.	Ионно-плазменная обработка материалов: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л2.4	Кузнецов Г. Д., Кушхов А. Р., Билалов Б. А.	Элионная технология в микро- и наноиндустрии: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л2.5	Кузнецов Г. Д., Симакин С. Б., Демченкова Д. Н.	Микро- и нанотехнологии пленочных гетерокомпозиций: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л2.6	Кузнецов Г. Д., Сергиенко А. А., Симакин С. Б., др.	Элионная технология в микро- и наноиндустрии. Неразрушающие методы контроля процессов осаждения и травления наноразмерных пленочных гетерокомпозиций: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л2.7	Кузнецов Г. Д., Кушхов А. Р., Сергиенко А. А., Харламов Н. А.	Элионная технология в микро- и наноиндустрии. Ускоренные ионы: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л2.8	Кузнецов Г. Д., Кушхов А. Р.	Физика взаимодействия ускоренных ионов, электронов и атомов с веществом. Ускоренные электроны: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
-----	--------------------------

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

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-433	Лаборатория	установки для напыления пленок УВН (4 шт.), вакуумный пост ВУП-5, установка для травления Плазма 600, микроинтерферометр МИИ-4, набор демонстрационного оборудования, в том числе: мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест
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
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 №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 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

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные

вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации. Расчетно-графические работы выполняются с помощью компьютерных программ