

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.05.2023 17:25:03

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)

Основы физики поверхности

Закреплена за подразделением

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

40

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	40	40	40	40
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Быков А.С.

Рабочая программа

Основы физики поверхности

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 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 02.04.2015 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Протокол от г., №

Руководитель подразделения А.Р. Оганов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций, в соответствии с учебным планом, сформировать у обучающегося набор знаний о процессах, происходящих в конденсированных средах во время и после их формирования на поверхности твердого тела, способах управления структурными и функциональными характеристиками слоев и покрытий, а также методах их получения.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.14
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.2	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение	
2.1.3	Коррозия и защита металлов	
2.1.4	Материаловедение	
2.1.5	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.6	Металловедение инновационных материалов	
2.1.7	Методы исследования материалов	
2.1.8	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.1.9	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.1.10	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.11	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.1.12	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.13	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.14	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.15	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.16	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.17	Разработка новых материалов	
2.1.18	Технология функциональных материалов	
2.1.19	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.20	Физика диэлектриков	
2.1.21	Физика металлов	
2.1.22	Физика полупроводников	
2.1.23	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.24	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.25	Компьютеризация эксперимента	
2.1.26	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.27	Планирование научного эксперимента	
2.1.28	Теория поверхностных явлений	
2.1.29	Теория симметрии	
2.1.30	Электроника	
2.1.31	Введение в квантовую механику	
2.1.32	Кристаллография	
2.1.33	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.34	Методы математической физики	
2.1.35	Основы дизайна металлических материалов	
2.1.36	Основы квантовой механики	
2.1.37	Практическая кристаллография	
2.1.38	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.39	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.40	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.41	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.42	Физика	
2.1.43	Физическая химия	
2.1.44	Электротехника	

2.1.45	Математика
2.1.46	Органическая химия
2.1.47	Информатика
2.1.48	Химия
2.1.49	Инженерная и компьютерная графика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ
2.2.2	Высокотемпературные материалы
2.2.3	Композиционные и керамические материалы
2.2.4	Композиционные материалы
2.2.5	Компьютерное моделирование материалов и процессов
2.2.6	Компьютерное моделирование процессов получения материалов
2.2.7	Математические методы моделирования физических процессов
2.2.8	Металловедение сварки
2.2.9	Методы исследования структур и материалов. Часть 2
2.2.10	Наноматериалы
2.2.11	Объемные наноматериалы
2.2.12	Основы магнетизма. Часть 2. Процессы перемагничивания материалов
2.2.13	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.16	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.17	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.18	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.19	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.20	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.21	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.22	Спектрофотометрические методы оценки качества кристаллов
2.2.23	Специальные сплавы
2.2.24	Структура и свойства функциональных наноматериалов
2.2.25	Технология термической обработки
2.2.26	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.27	Функциональные материалы электроники
2.2.28	Экстремальные технологии получения наноматериалов

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований

Знать:

ПК-1-31 Физические принципы методов исследования материалов и приборов, теоретические основы технологических процессов получения материалов с заданными свойствами и изделий на их основе

ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания

Знать:

ОПК-1-32 Механизмы процессов адсорбции, конденсации, кристаллизации и адгезии на поверхности твердого тела разной морфологии и кристаллической структуры.

ОПК-1-31 Основные методы получения и исследования покрытий, пленок и слоев функциональных материалов микро- и нанoeлектроники.

ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований

Уметь:

ПК-1-У1 Использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы физики, статистики, материаловедения и информационно-коммуникационных технологий при решении исследовательских и практических задач

ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания
Уметь:
ОПК-1-У1 Оценивать влияние внешних факторов на морфологию, структуру и физические свойства формируемых слоев, пленок и покрытий.
ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований
Владеть:
ПК-1-В1 Предоставлять результаты научных исследований в соответствии с требованиями, предъявляемыми к пояснительной записке НИР
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания
Владеть:
ОПК-1-В1 Производить базовый выбор метода получения покрытий, пленок и слоев функциональных материалов с учетом различных факторов.

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
	Раздел 1. Введение.Тонкие пленки.Этапы развития.Ключевые особенности.							
1.1	Понятие пленки, классификация, история развития технологии, классификация методов получения. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Э1		КМ1	Р1
1.2	Освоение теоретического материала раздела 1. /Ср/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Э1		КМ1	Р1
	Раздел 2. Адсорбционные явления.							
2.1	Понятие и виды адсорбции. Конденсация. /Лек/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Э1		КМ1	Р1,Р2
2.2	Адсорбционные явления на границе раздела фаз. /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Э1		КМ1	Р1,Р3
2.3	Освоение теоретического материала раздела 2. /Ср/	7	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Э1		КМ1	Р1
	Раздел 3. Вакуум.Способы получения.Свойства.Методы контроля.							
3.1	Понятие вакуума, свойства и методы получения и контроля. Критерии выборы методов получения и контроля. Фоновые загрязнения маточной среды. /Лек/	7	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.5 Э1		КМ1	Р1

3.2	Вакуумные системы, особенности и технологические ограничения. /Пр/	7	8	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.5 Э1		КМ1	Р1,Р4
3.3	Освоение теоретического материала раздела 3. /Ср/	7	9	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.5 Э1		КМ1	Р1
	Раздел 4. Процессы тепло-массопереноса.							
4.1	Системы испарения материалов и их особенности. Формирование молекулярного пучка. /Лек/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.5 Э1		КМ1	Р1
4.2	Конструкции систем испарения, особенности и технологические ограничения. /Пр/	7	8	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.5 Э1		КМ1	Р5,Р1
4.3	Освоение теоретического материала раздела 4 /Ср/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.5 Э1		КМ1	Р1
	Раздел 5. Кристаллизация.							
5.1	Пересыщение и переохлаждение. Зародышеобразование. Механизмы роста. /Лек/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	Р1,Р7
5.2	Влияние условий эксперимента на структуру и свойства пленок. /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	Р1,Р7
5.3	Освоение теоретического материала раздела 5. /Ср/	7	5	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	Р1
	Раздел 6. Адгезия и структура тонких пленок.							
6.1	Поверхностная энергия. Теория адгезии. Структура осажденных пленок. /Лек/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1		КМ1	Р1
6.2	Освоение теоретического материала раздела 6. /Ср/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1		КМ1	Р1
	Раздел 7. Рекристаллизация и модифицирование.							

7.1	Механизмы воздействия на структуру и свойства тонких пленок. /Лек/	7	5	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.6 Л1.7 Э1		КМ1	Р1
7.2	Легирование и модифицирование фазового состава пленок. /Пр/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.6 Л1.7 Э1		КМ1	Р1,Р8
7.3	Освоение теоретического материала раздела 7. /Ср/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.6 Л1.7 Э1		КМ1	Р1
Раздел 8. Методики исследования и контроля структуры и свойств.								
8.1	Контроль толщины, совершенства и стехиометрического состава тонких пленок. /Пр/	7	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2 Э1		КМ1	Р9,Р1
8.2	Методы и ограничения в определении параметров тонких пленок. /Лек/	7	5	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2 Э1		КМ1	Р1,Р10
8.3	Освоение теоретического материала раздела 8. /Ср/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2 Э1		КМ1	Р1

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	Экзамен	ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-32;ОПК-1-31;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	<p>Пленки. Номенклатура и классификация.</p> <p>Режимы течения, свойства, условия реализации.</p> <p>Вакуум и его классификация.</p> <p>Типы вакуумных насосов. Струйные вакуумные насосы.</p> <p>Типы вакуумных насосов. Низковакуумные механические насосы.</p> <p>Типы вакуумных насосов. Молекулярные механические насосы.</p> <p>Типы вакуумных насосов. Сорбционные насосы.</p> <p>Способы измерения вакуума. Деформационные вакуумметры.</p> <p>Способы измерения вакуума. Тепловые вакуумметры.</p> <p>Способы измерения вакуума. Ионизационные вакуумметры.</p> <p>Способы измерения вакуума. Магнитные вакуумметры.</p> <p>Адсорбция. Физосорбция.</p> <p>Адсорбция. Хемосорбция.</p> <p>Модель адсорбции по Ленгмюру.</p> <p>Модель конденсации по Френкелю.</p> <p>Миграция и поверхностная диффузия.</p> <p>Конденсация пар-кристалл.</p> <p>Конденсация пар-жидкость-кристалл.</p> <p>Гомогенное зародышеобразование. Критический зародыш.</p> <p>Гетерогенное зародышеобразование. Смачиваемость.</p> <p>Островковый рост по механизму Вольмера – Вебера</p> <p>Послойный рост по механизму Франка – Ван-дер-Мерве</p> <p>Послойный-плюс-островковый рост (смешанный) по механизму Странского – Крастанова</p> <p>Адгезия. Теории адгезии.</p> <p>Перекристаллизация и постростовое модифицирование структуры пленок.</p> <p>Модифицирование химического состава пленок.</p> <p>Очистка и подготовка поверхности подложек и структур.</p> <p>Методы физического осаждения.</p> <p>Методы химического осаждения.</p> <p>Молекулярные пучки, оборудование, способы формирования.</p> <p>Методы Ленгмюра-Блуджетт и Ленгмюра-Шеффера.</p> <p>Метод сращивания.</p>
-----	---------	---	--

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	Реферат	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	Тема реферата выдается персонально. Тема реферата формулируется исходя из темы научно- исследовательской работы, в которую вовлечен обучающийся, и должна освещать применяемые методы получения или модификации функциональных пленок, слоев и покрытий. В случае, когда в научно- исследовательской работе подобные методы не применяются, задание выдается индивидуально после согласования с обучающимся.
P2	Практическое занятие 1	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	Понятие и виды адсорбции. Конденсация
P3	Практическое занятие 2	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	Адсорбционные явления на границе раздела фаз.
P4	Практическое занятие 3	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-32;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	Вакуумные системы, особенности и технологические ограничения.
P5	Практическое занятие 4	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	Конструкции систем испарения, особенности и технологические ограничения.
P6	Практическое занятие 5	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	Пересыщение и переохлаждение. Зародышеобразование. Механизмы роста.

P7	Практическое занятие 6	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	Влияние условий эксперимента на структуру и свойства пленок.
P8	Практическое занятие 7	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	Легирование и модифицирование фазового состава пленок.
P9	Практическое занятие 8	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-32;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	Контроль толщины, совершенства и стехиометрического состава тонких пленок.
P10	Практическое занятие 9	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	Методы и ограничения в определении параметров тонких пленок.

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

В конце учебной программы предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет состоит из 3-х вопросов. Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки.

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

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, способен применить полученные знания на практике, грамотно и логически излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, умеет самостоятельно подбирать и использовать литературу по соответствующим областям науки.

Оценка «хорошо» - студент 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.

Оценка «удовлетворительно» - студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но способен исправиться после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – студент на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Горелик С. С., Дашевский М. Я.	Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учебник для студ. вузов по напр. 'Материаловедение и технология новых материалов', 'Материаловедение, технологии материалов и покрытий'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2003
Л1.2	Павлов Л. П.	Методы определения основных параметров полупроводниковых материалов: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Полупроводниковые приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1975
Л1.3	Нашельский А. Я.	Производство полупроводниковых материалов: Учеб. пособие для подготовки рабочих и мастеров на производстве	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1989

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.4	Кожитов Л. В., Зарапин А. Ю., Чиченев Н. А.	Технологическое вакуумное оборудование. В 2-х ч. Ч.2. Расчет и проектирование вакуумного технологического оборудования: Учебник для студ. напр.651600, спец. 170300	Библиотека МИСиС	М.: Руда и металлы, 2002
Л1.5	Кожитов Л. В., Зарапин А. Ю., Чиченев Н. А.	Технологическое вакуумное оборудование: В 2-х ч.: Ч.1.: Вакуумные системы технологического оборудования: Учебник для студ. напр. 651600 - Технол. машины и оборудование, спец. 170300 - Metallurg. машины и оборудование	Библиотека МИСиС	М.: Руда и металлы, 2001
Л1.6	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
Л1.7	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.: Metallurgiya, 1982

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Горелик С. С., Добаткин С. В., Капуткина Л. М., Горелик С. С.	Рекристаллизация металлов и сплавов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л2.2	Кузнецов Г. Д.	Атомно-молекулярные процессы кристаллизации: Разд.: Поверхностные явления на границе раздела фаз: учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1985

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	scopus.com science.gov sciencedirect.com	scopus.com science.gov sciencedirect.com
----	--	--

6.3 Перечень программного обеспечения

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

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	scopus.com
И.2	science.gov
И.3	sciencedirect.com

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-010	Центр коллективного пользования "Материаловедение и металлургия":	сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6700F; сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6480 LV (+EDS; +EBS; +Lithography); электронный оже-спектрометр PHI-680 Physical electronics; просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100F (+EDS)
К-418	Лаборатория	многофункциональный твердотельный лазерный комплекс

К-417	Научно-исследовательская лаборатория получения тонких пленок методом магнетронного напыления:	комплекс оборудования для послеростовой подготовки поверхности, установка магнетронного напыления Sunpla 40TM, оптический микроскоп ZEISS, система оптических исследований пленок (эллипсометр) Альфа-SE, настольная установка магнетронного напыления Denton Vacuum
К-409	Лаборатория	рентгеновский фотоэлектронный спектрометр PHI 5500 ESCA, рентгеновский фотоэлектронный спектрометр Versa Probe II
К-407	Лаборатория	вторичный ионный масс-спектрометр (ВИМС) PHI-6600 SIMS System с ПК и лицензионным программным обеспечением
К-403	Лаборатория	лаборатория сканирующая зондовая Ntegra
К-400	Лаборатория	печь фотонного отжига ULVAC VHC-P610, электропечь муфельная ЭП-11/16 (2 шт.), сушильный шкаф Memmert
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.
К-521	Учебная аудитория	набор демонстрационного оборудования в том числе: мультимедийный проектор, ПК, экран проекционный, коллекция моделей кристаллических многогранников и кристаллических структур, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Проведение лекций и практических занятий осуществляется исключительно в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций и видеофильмов.

Проведение практических занятий может производиться с использованием технологического и исследовательского оборудования соответствующих лабораторий.

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами фундаментальных основ получения тонких пленок и исследования их параметров.

Практические занятия должны быть нацелены на изучение особенностей реального технологического и исследовательского оборудования, особенностей и технологических ограничений, а также способов их преодоления.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);

- при проведении практических занятий допускается использование проприетарного ПО, входящего в состав технологического и исследовательского оборудования.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе.

Подготовка к контрольным работам проводится в часы самостоятельной работы и, при необходимости, в часы консультаций лектора.

По курсу предусмотрен экзамен.

Материалы курса (презентации лекций, рекомендуемая литература, видеоматериалы и др.) приводятся в системе LMS Canvas по мере освоения дисциплины.