

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:01

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

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

6 ЗЕТ

Часов по учебному плану

216

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

112

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	112	112	112	112
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	216	216	216	216

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 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Протокол от 21.06.2023 г., №12-22/23

Руководитель подразделения А.Р. Оганов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций, в соответствие 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.18
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение	
2.1.2	Коррозия и защита металлов	
2.1.3	Металловедение инновационных материалов	
2.1.4	Методы исследования материалов	
2.1.5	Механические свойства материалов	
2.1.6	Статистическая физика	
2.1.7	Физика металлов	
2.1.8	Физика полупроводников	
2.1.9	Физические свойства твердых тел	
2.1.10	Методы вычислительной физики	
2.1.11	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.12	Физические свойства кристаллов	
2.1.13	Введение в квантовую механику	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.2	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.3	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.5	Бионаномедицина	
2.2.6	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.2.7	Оптические явления в кристаллах. Часть 1	
2.2.8	Современные конструкционные материалы	
2.2.9	Спектроскопические методы анализа поверхности	
2.2.10	Физико-химия получения и обработки материалов	
2.2.11	Физические свойства и функциональные явления в наноматериалах	
2.2.12	Инновационные конструкционные материалы для медицины	
2.2.13	Порошковая металлургия высокотемпературных и сверхтвердых материалов	
2.2.14	Практическое применение методов анализа Big data	
2.2.15	Применение лазерных систем	
2.2.16	Современные материалы медицинского назначения	
2.2.17	Физические методы исследования материалов	
2.2.18	Цифровая электроника	
2.2.19	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.20	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.21	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.22	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.23	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.24	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.25	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.26	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.27	Физико-химия получения и обработки высокотемпературных материалов	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен к поиску и выбору сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Знать:

ПК-2-31 Механизмы процессов адсорбции, конденсации, кристаллизации и адгезии на поверхности твердого тела разной морфологии и кристаллической структуры.

Уметь:

ПК-2-У1 Оценивать влияние внешних факторов на морфологию, структуру и физические свойства формируемых слоев, пленок и покрытий.

Владеть:

ПК-2-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	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Э1		КМ1	Р1
1.2	Освоение теоретического материала раздела 1. /Ср/	7	12	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Э1			
	Раздел 2. Адсорбционные явления.							
2.1	Понятие и виды адсорбции. Конденсация. /Лек/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Э1		КМ1	Р1,Р2
2.2	Адсорбционные явления на границе раздела фаз. /Пр/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Э1		КМ1	Р1,Р3
2.3	Освоение теоретического материала раздела 2. /Ср/	7	18	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Э1			
	Раздел 3. Вакуум. Способы получения. Свойства. Методы контроля.							
3.1	Понятие вакуума, свойства и методы получения и контроля. Критерии выборы методов получения и контроля. Фооновые загрязнения маточной среды. /Лек/	7	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5 Э1		КМ1	Р1
3.2	Вакуумные системы, особенности и технологические ограничения. /Пр/	7	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5 Э1		КМ1	Р1,Р4
3.3	Освоение теоретического материала раздела 3. /Ср/	7	25	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5 Э1			
	Раздел 4. Процессы тепло-массопереноса.							
4.1	Системы испарения материалов и их особенности. Формирование молекулярного пучка. /Лек/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5 Э1		КМ1	Р1

4.2	Конструкции систем испарения, особенности и технологические ограничения. /Пр/	7	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5 Э1		КМ1	Р5,Р1
4.3	Освоение теоретического материала раздела 4 /Ср/	7	12	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5 Э1			
	Раздел 5. Кристаллизация.							
5.1	Пересыщение и переохлаждение. Зародышеобразование. Механизмы роста. /Лек/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	Р1,Р7
5.2	Влияние условий эксперимента на структуру и свойства пленок. /Пр/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	Р1,Р7
5.3	Освоение теоретического материала раздела 5. /Ср/	7	15	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1			
	Раздел 6. Адгезия и структура тонких пленок.							
6.1	Поверхностная энергия. Теория адгезии. Структура осажденных пленок. /Лек/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1		КМ1	Р1
6.2	Освоение теоретического материала раздела 6. /Ср/	7	12	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1			
	Раздел 7. Рекристаллизация и модифицирование.							
7.1	Механизмы воздействия на структуру и свойства тонких пленок. /Лек/	7	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.6 Л1.7 Э1		КМ1	Р1
7.2	Легирование и модифицирование фазового состава пленок. /Пр/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.6 Л1.7 Э1		КМ1	Р1,Р8
7.3	Освоение теоретического материала раздела 7. /Ср/	7	12	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.6 Л1.7 Э1			
	Раздел 8. Методики исследования и контроля структуры и свойств.							
8.1	Контроль толщины, совершенства и стехиометрического состава тонких пленок. /Пр/	7	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Э1		КМ1	Р9,Р1
8.2	Методы и органичения в определении параметров тонких пленок. /Лек/	7	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Э1		КМ1	Р1,Р10
8.3	Освоение теоретического материала раздела 8. /Ср/	7	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Э1			

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
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

KM1	Экзамен		Пленки. Номенклатура и классификация. Режимы течения, свойства, условия реализации. Вакуум и его классификация. Типы вакуумных насосов. Струйные вакуумные насосы. Типы вакуумных насосов. Низковакуумные механические насосы. Типы вакуумных насосов. Молекулярные механические насосы. Типы вакуумных насосов. Сорбционные насосы. Способы измерения вакуума. Деформационные вакуумметры. Способы измерения вакуума. Тепловые вакуумметры. Способы измерения вакуума. Ионизационные вакуумметры. Способы измерения вакуума. Магнитные вакуумметры. Адсорбция. Физосорбция. Адсорбция. Хемосорбция. Модель адсорбции по Ленгмюру. Модель конденсации по Френкелю. Миграция и поверхностная диффузия. Конденсация пар-кристалл. Конденсация пар-жидкость-кристалл. Гомогенное зародышеобразование. Критический зародыш. Гетерогенное зародышеобразование. Смачиваемость. Островковый рост по механизму Вольмера – Вебера Послойный рост по механизму Франка – Ван-дер-Мерве Послойный-плюс-островковый рост (смешанный) по механизму Странского – Крастанова Адгезия. Теории адгезии. Перекристаллизация и постростовое модифицирование структуры пленок. Модифицирование химического состава пленок. Очистка и подготовка поверхности подложек и структур. Методы физического осаждения. Методы химического осаждения. Молекулярные пучки, оборудование, способы формирования. Методы Ленгмюра-Блуджетт и Ленгмюра-Шеффера. Метод сращивания.
-----	---------	--	---

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		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		Понятие и виды адсорбции. Конденсация
P3	Практическое занятие 2		Адсорбционные явления на границе раздела фаз.
P4	Практическое занятие 3		Вакуумные системы, особенности и технологические ограничения.
P5	Практическое занятие 4		Конструкции систем испарения, особенности и технологические ограничения.
P6	Практическое занятие 5		Пересыщение и переохлаждение. Зародышеобразование. Механизмы роста.
P7	Практическое занятие 6		Влияние условий эксперимента на структуру и свойства пленок.
P8	Практическое занятие 7		Легирование и модифицирование фазового состава пленок.
P9	Практическое занятие 8		Контроль толщины, совершенства и стехиометрического состава тонких пленок.

P10	Практическое занятие 9		Методы и органичения 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.: Metallurgia, 1989
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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
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.: Металлургия, 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 Геннадий Дмитриевич	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
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
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.