

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 31.08.2023 11:27:44

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)

# Инженерия поверхности

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Физика и технологии функциональных материалов

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*ктн, доцент, Щетинин Игорь Викторович*

Рабочая программа

**Инженерия поверхности**

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 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-7.plx Физика и технологии функциональных материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Физика и технологии функциональных материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физического материаловедения**

Протокол от 18.04.2023 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Сформировать компетенции, предусмотренные учебным планом; научить использовать на практике методы исследования поверхностного слоя изделий, а также освоить основные способы поверхностной обработки материалов.
-----	--

**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	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.1.2	Производственная практика	
2.1.3	Технологии получения материалов	
2.1.4	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.5	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.6	Учебная практика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

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

<b>ПК-2: Способен анализировать технологии получения, обработки материалов и изделий из них, формулировать рекомендации по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31 современные представления об атомной структуре поверхностного слоя изделий, а также влиянии технологических факторов на структуру и свойства изделий.	
<b>ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 технологические процессы производства и обработки материалов для формирования поверхностного слоя изделия, заданных характеристик	
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-2-31 Основные понятия инженерии поверхности	
<b>ПК-2: Способен анализировать технологии получения, обработки материалов и изделий из них, формулировать рекомендации по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-2-У1 выбирать способы обработки, формирующие определенное физико-химическое состояние поверхностного слоя.	
<b>ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 определять изменение элементного состава, фазово-структурного состояния и других характеристик по толщине поверхностного слоя,	
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-2-У1 Подготавливать образцы для анализа, выбирать методы анализа, оценивать глубину анализируемого слоя, оценивать точность и чувствительность методов	
<b>ПК-2: Способен анализировать технологии получения, обработки материалов и изделий из них, формулировать рекомендации по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции</b>	

<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 умением устанавливать возможные причины формирования тех или иных свойств изделий и давать рекомендации по выбору обработки с целью формирования благоприятного фазового состава и свойств.
<b>ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 навыками применения полученных знания для обоснованного прогноза влияния технологических факторов на элементный состав, структуру и эксплуатационные свойства изделий
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-2-В1 Умением устанавливать фазовый состав и тонкую структуру поверхностного слоя

#### 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. Основные понятия, предмет и задачи курса.</b>							
1.1	Основные понятия, предмет и задачи курса. /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э2			
1.2	Структура поверхностного слоя. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э2			
	<b>Раздел 2. Методы исследования структурного состояния поверхностного слоя</b>							
2.1	Методы нанесения покрытий, классификация, основные определения. Подготовка поверхности перед нанесением покрытий. /Лек/	3	2	ОПК-2-У1 ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э2 Э3 Э4			
2.2	Химические методы. /Лек/	3	2	ОПК-2-У1 ПК-1-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.3	Физические методы нанесения покрытий /Лек/	3	2	ОПК-2-У1 ПК-1-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1			
2.4	Обработка пучками концентрированной энергии. /Лек/	3	2	ОПК-2-У1 ПК-1-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Э2			
2.5	Подготовка к контрольной работе по теме Методы исследования структурного состояния поверхностного слоя /Ср/	3	8	ОПК-2-У1 ПК-1-31	Л1.2Л2.2		КМ1	
	<b>Раздел 3. Методы исследования элементного состава поверхностного слоя.</b>							

3.1	Рентгеноспектральный анализ, оценка толщины анализируемого слоя. Определение распределения элементов по глубине. /Пр/	3	2	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			
3.2	Электронная спектроскопия. Определение распределения элементов по глубине /Пр/	3	2	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1			
3.3	Сравнительный анализ возможностей различных методов определения элементного состава поверхностного слоя. /Пр/	3	2	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1	Занятия проводятся в специализированной лаборатории в соответствии с разделом МТО		
3.4	Выполнение домашнего задания: Определение состава поверхностного слоя различными методами. /Ср/	3	20	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э4			Р1
3.5	Подготовка к практическим занятиям раздела: Методы исследования элементного состава поверхностного слоя /Ср/	3	12	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.2Л3.1			
	<b>Раздел 4. Методы исследования топографии поверхности</b>							
4.1	Методы исследования топографии поверхности. Профилометрия Растровая электронная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. /Пр/	3	8	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л3.1	Занятия проводятся в специализированной лаборатории в соответствии с разделом МТО	КМ2	
4.2	Классификация методов обработки поверхности. Поверхностное пластическое деформирование. Поверхностная термообработка. /Лек/	3	2	ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1			
4.3	Подготовка к контрольной работе по теме: Методы исследования топографии поверхности". /Ср/	3	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э2 Э4		КМ2	
4.4	Подготовка к практическому занятию раздела: Методы исследования топографии поверхности /Ср/	3	8	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 5. Методы обработки и средства обеспечения требуемого состояния поверхностного слоя.</b>							

5.1	Толщина анализируемого слоя при рентгеноструктурном исследовании. Расчет толщины эффективно отражающего слоя при рентгеноструктурном исследовании. Влияние излучения и схемы съемки. /Лек/	3	2	ОПК-2-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1			
5.2	Метод скользящего пучка. Оценка его возможностей и применимости для исследования различных материалов. Выбор условий съемки. /Пр/	3	1	ОПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1	Занятия проводятся в специализированной лаборатории в соответствии с разделом МТО		
5.3	Оценка возможностей изучения распределения различных характеристик структурного состояния (фазового состава, микро- и макронапряжения, ОКР) по глубине поверхностного слоя. Сравнение с другими методами анализа. /Лек/	3	2	ОПК-2-У1 ПК-2-31 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1			
5.4	Методы определения формы и размера зерен в поверхностном слое. Сравнительный анализ разных методов. /Пр/	3	2	ОПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1	Занятия проводятся в специализированной лаборатории в соответствии с разделом МТО		
5.5	Подготовка к практическим занятиям раздела /Ср/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Э2 Э4			
5.6	Подготовка к экзамену по курсу /Ср/	3	20	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ3	

### 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 исследования структурного состояния поверхностного слоя"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ПК-2-31	Методы нанесения покрытий, классификация, основные определения. Подготовка поверхности перед нанесением покрытий. Химические методы Физические методы нанесения покрытий

КМ2	Контрольная работа 2 "Методы исследования топографии поверхности"	ОПК-2-У1;ПК-1-31;ПК-2-31	Методы исследования топографии поверхности. Профилометрия. Растровая электронная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Классификация методов обработки поверхности. Поверхностное пластическое деформирование. Поверхностная термо- обработка.
КМ3	Экзамен	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поверхностный слой, его структура.</li> <li>2. Дифракционные методы исследования поверхностного слоя.</li> <li>3. Общая характеристика, толщина анализируемого слоя.</li> <li>4. Толщина эффективно отражающего в случае рентгеноструктурного анализа</li> <li>5. Метод скользящего рентгеновского пучка</li> <li>6. Рентгенографическое определение параметров тонкой кристаллической структуры.</li> <li>7. Измерение остаточных макронапряжений в поверхностном слое.</li> <li>8. Неразрушающий анализ структурных изменений по глубине</li> <li>9. Методы определения толщины покрытий</li> <li>10. Методы измерения размера зерен в поверхностном слое</li> <li>11. Рентгеноспектральный микроанализ, его назначение и возможности. Толщина анализируемого слоя.</li> <li>12. Электронная Оже-спектроскопия, её назначение и возможности. Толщина анализируемого слоя</li> <li>13. Масс-спектроскопия вторичных ионов, её назначение и возможности.</li> <li>14. Растровая электронная микроскопия, её назначение и возможности</li> <li>15. Шероховатость поверхности, методы её измерения.</li> <li>16. Влияние параметров состояния поверхностного слоя на эксплуатационные свойства.</li> <li>17. Общая характеристика способов поверхностной обработки.</li> <li>18. Поверхностное пластическое деформирование. Оборудование. Влияние на состояние поверхностного слоя.</li> <li>19. Подготовка поверхностного слоя перед нанесением покрытий.</li> <li>20. Физические способы нанесения покрытий.</li> <li>21. Химические способы нанесения покрытий</li> <li>22. Методы нанесения покрытий физическим осаждением из пара</li> <li>23. Обработка потоками концентрированной энергии (лазерная, электронная, ионная обработки), влияние на состояние поверхностного слоя</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	Домашнее задание: "Определение состава поверхностного слоя различными методами";	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-У1;ПК-2-31	Определить состав поверхностного слоя различными методами. Сравнить полученные результаты.

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

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов, Примеры вопросов в разделе: вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену.

Пример экзаменационного билета приведен в приложении.

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

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.

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.

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.

Оценка «неудовлетворительно»

– обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные или некорректные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» студент не явился на экзамен

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982
Л1.2	Брандон Д., Каплан У., Баженов С. Л., Егорова С. В.	Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студ. напр. 'Прикладные математика и физика': пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2004

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Витязь П. А.	Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка. Powder Metallurgy: Surface Engineering, New Powder Composite Materials. Welding. В двух частях	Электронная библиотека	Минск: Белорусская наука, 2013
Л2.2	Белый А. В., Калинин А. С., Девойно О. Г., Кукарко В. А.	Инженерия поверхностей конструкционных материалов с использованием плазменных и пучковых технологий: монография	Электронная библиотека	Минск: Беларуская навука, 2017

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Ягодкин Ю. Д., Иванов А. Н.	Методы исследования поверхностного слоя: Учеб. пособие для студ. спец. 0708, 0709, 510.403, 510.411	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999

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

Э1	International Centre for Diffraction Data	<a href="http://www.icdd.com/">http://www.icdd.com/</a>
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Э3	Springermaterials	<a href="https://materials.springer.com/">https://materials.springer.com/</a>
Э4	научометрическая система InCites	<a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>



**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Microsoft Office
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.4	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.5	MS Teams

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

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.7	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.8	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
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.
Б-413	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; компьютерный класс на 14 компьютеров, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Обучение по данной дисциплине организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов осуществляется и контролируется с помощью

- индивидуального опроса студентов,
- сдаче домашнего задания,
- двух контрольных работ,
- заключительного экзамена.

К заключительному экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие учебный план семестра.

Перед началом занятий студенты получают на текущий семестр календарный план проведения практических занятий и контрольных мероприятий, график выдачи и сдачи домашних заданий.

Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются еженедельные консультации преподавателей в компьютерном классе.