

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

С.Т. Князев  
2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля  
М. 1 .10

Модуль

Структура и свойства функциональных покрытий  
и технологии их нанесения

Екатеринбург, 2020

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
<b>Образовательная программа</b> Материаловедение и технология конструкционных материалов	<b>Код ОП</b> 22.04.01/33.04
<b>Направление подготовки</b> Материаловедение и технологии материалов	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 22.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кардонина Наталья Игоревна	к.т.н., доцент	доцент	Кафедра Термообработки и физики металлов

Руководитель модуля



Н.И. Кардонина

Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий

Протокол № 1-12 от 11.12.19 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ



Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Структура и свойства функциональных покрытий и технологии их нанесения

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из одноименной дисциплины и включает четыре раздела. Первый раздел дисциплины посвящен общей классификации покрытий. Во втором разделе рассмотрены основные аспекты нанесения диффузионных покрытий и области их применения. Третий раздел посвящён технологиям наплавки и нанесения газотермических покрытий. В четвертом разделе приведены примеры применения гальванических, лакокрасочных и других видов покрытий в современной технике. Основная часть курса состоит из лабораторного практикума, в рамках которого студенты под руководством педагога исследуют структуру и свойства наиболее распространённых вариантов покрытий.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Структура и свойства функциональных покрытий и технологии их нанесения	6 з.е./216час.	экзамен
ИТОГО по модулю:		<b>6 з.е./216час.</b>	

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	М. 1.1 Материаловедение и технологии материалов
Постреквизиты и корреквизиты модуля	М.1.9 Ультрадисперсные и наноматериалы М.1.11 Материаловедение композиционных материалов

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Структура и свойства функциональных покрытий и технологии их нанесения	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать	В результате освоения дисциплины-модуля студент должен: <b>знать:</b> - современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям

	<p>стратегию действий  ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p> <p>ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения</p> <p>ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</p>	<p>техники и технологии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химические основы изменения свойств поверхностей материалов нанесением покрытий и модифицированием;</li> <li>- механизмы фазовых и структурных превращений, протекающих при термической, химико-термической, электромагнитном и иных видах воздействий на поверхность неорганических материалов;</li> <li>- основные классы современных функциональных материалов и технологий их получения методами термического, химико-термического и физико-химического воздействий;</li> <li>- знать основные методики исследования и аттестации изделий с покрытиями;</li> <li>- знать нормативную базу аттестации и эксплуатации изделий с покрытиями.</li> </ul> <p><b><u>уметь:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать необходимость и перспективность того или иного материала или технологического процесса;</li> <li>- использовать на практике современные представления наук о материалах, о влиянии внутреннего строения на свойства материалов, взаимодействии материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками частиц;</li> <li>- осуществлять контроль качества изделий с покрытиями разрушающими методами.</li> </ul> <p><b><u>владеть:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными методами анализа и определения физических, химических и механических свойств перспективных материалов;</li> <li>- навыками инженерных и теоретических расчётов, связанных с проектированием новых материалов и технологических процессов их получения и обработки.</li> <li>- навыками использования традиционных и новых технологических процессов производства изделий с покрытиями, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства изделий с покрытиями, контролю качества основных параметров</li> </ul>
--	--	--

		технологических процессов нанесения покрытий и свойств материалов и изделий.
--	--	--

### **1.5. Форма обучения**

Очная

## **2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ**

*[для каждой дисциплины модуля разрабатывается отдельная программа].*

*[Для одной и той же дисциплины модуля разными авторами может быть разработано несколько программ, отличающихся результатами обучения и содержанием, а также разными уровнями сложности содержания]*

## **ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

Структура и свойства функциональных покрытий и технологии их нанесения

## **РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ**

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Структура и свойства функциональных покрытий и технологии их нанесения

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Кардонина Наталья Игоревна	к.т.н., доцент	доцент	Кафедра Термообработки и физики металлов

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института Новых Материалов и Технологий**

Протокол № \_1-12\_\_ от \_11.12.2019\_ г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура и свойства функциональных покрытий и технологии их нанесения

## 1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология *(ориентирована на передачу знаний и умений, обеспечивающая усвоение обучающимися содержания обучения, проверку и оценку его качества на репродуктивном уровне);*

## 1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине 1

Таблица 1.2

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
<p>УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p> <p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p> <p>ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения</p> <p>ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать</p>	<p>В результате освоения дисциплины-модуля студент должен:</p> <p><b><u>знать:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии;</li><li>- физико-химические основы изменения свойств поверхностей материалов нанесением покрытий и модифицированием;</li><li>- механизмы фазовых и структурных превращений, протекающих при термической, химико-термической, электромагнитном и иных видах воздействий на поверхность неорганических материалов;</li><li>- основные классы современных функциональных материалов и технологий их получения методами термического, химико-термического и физико-химического воздействий;</li><li>- знать основные методики исследования и аттестации изделий с покрытиями;</li><li>- знать нормативную базу аттестации и эксплуатации изделий с покрытиями.</li></ul> <p><b><u>уметь:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- оценивать необходимость и перспективность того или иного материала или технологического процесса;</li><li>- использовать на практике современные представления наук о материалах, о влиянии внутреннего строения на свойства материалов, взаимодействии материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками частиц;</li><li>- осуществлять контроль качества изделий с покрытиями разрушающими методами.</li></ul> <p><b><u>владеть:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- современными методами анализа и определения физических, химических и механических свойств перспективных материалов;</li><li>- навыками инженерных и теоретических расчётов, связанных с проектированием новых материалов и технологических процессов их получения и обработки.</li></ul>

выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям	- навыками использования традиционных и новых технологических процессов производства изделий с покрытиями, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства изделий с покрытиями, контролю качества основных параметров технологических процессов нанесения покрытий и свойств материалов и изделий.
--	--

### 1.3. Содержание дисциплины

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
<b>P1</b>	Классификация покрытий	
<b>P1.T1</b>	Классификация покрытий по функциональным признакам	Классификация покрытий по назначению и способам нанесения. Основные примеры.
<b>P1.T2</b>	Классификация покрытий по физическим и механическим свойствам	Классификация покрытий по природе материала, толщине и прочностных характеристиках.
<b>P2</b>	Диффузионные покрытия	
<b>P2.T1</b>	Основы технологий азотирования и цементации изделий	Краткое описание технологий и установок для проведения газовых азотирования и цементации; ионного азотирования; нитроцементации. Преимущества и недостатки каждого метода. Основные примеры применения изделий с азотированными и цементованными поверхностями.
<b>P2.T2</b>	Применение изделий с диффузионными покрытиями	Другие виды диффузионных обработок металлических изделий (нитроцементация, борирование, алитирование, хромирование). Поверхностное удаление элементов. Обезуглероживание. Обезводороживание
<b>P3</b>	Газотермические покрытия и наплавка	
<b>P3.T1</b>	Способы нанесения газотермических покрытий	Способы нанесения (газопламенное, плазменное, детонационное). Принципы напыления, материалы и оборудование. Классификация газотермических покрытий по назначению и материалам покрытия. Механизм формирования напыленного материала. Структуры газотермических покрытий. Основные характеристики газотермических покрытий. Методы испытаний и контроля качества.
<b>P3.T2</b>	Технология наплавки	Описание технологического оборудования применяющегося для проведения электродуговой, электроконтактной, вибродуговой, газовой, плазменной и лазерной наплавки.
<b>P3.T3</b>	Области применения покрытий	Описание материалов для газотермического напыления. Примеры применения данных материалов в практике защиты и ремонта деталей и узлов оборудования методами газотермического



		напыления и наплавки.
<b>Р4</b>	Другие виды покрытий	Полимерные, эмалевые, лакокрасочные, вакуумно-плазменные покрытия. Способы нанесения, свойства и назначения.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура и свойства функциональных покрытий и технологии их нанесения

### Печатные издания

#### Основная литература

1. Лобанов М.Л. и др. Защитные покрытия. Екатеринбург.: Изд. Уральского университета. 2014. 196 с. (Библиотека каф. ТОиФМ ИММт УрФУ – 100 экз.)
2. Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления. Издательство: МГТУ им. Баумана. 2008 360 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 16416 - уч. фонд 8 экз.).

#### Дополнительная литература

1. Лахтин Ю.М., Арзмасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов. М.: Металлургия, 1985. 256 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 5891 - уч. фонд 17 экз.).
3. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф.И.Пантелеенко, В.П.Лялякин и др.; под. ред. В.П.Иванова. - М.: Машиностроение, 2003.-672 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1127351, 1127352, 1129663 – науч. фонд 3 экз.).
4. Газотермические покрытия из порошковых материалов: Справочник/ Борисов Ю.С., Харламов Ю.А., Сидоренко С.Л. и др. Киев: Наукова думка, 1987. 544 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1004755, 1006832, 1015841, 1015842, 1018394, 1031885, 1031886 – науч. фонд 7 экз.).
5. Теория и технология азотирования/ Лахтин Ю.М., Коган Я.Д., Шпис Г.-И., Бемер З. – М.:Металлургия, 1991, 320 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. **Инвентарный номер:** 1062761, 1062762, 1062763, 1062957– науч. фонд 4 экз.).

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура и свойства функциональных покрытий и технологии их нанесения

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Три лекционных аудитории,	

		оснащенных мультимедийным оборудованием.	
2	Лабораторные занятия	Лабораторное оборудование: 1) оптические микроскопы МЕТАМ РВ 21-2 - 6 шт.; 2) оптические микроскопы Neophot 2 с приставками для дюрOMETрических испытаний – 2 шт.; 3) микротвердомеры – 2 шт.; 4) электронные весы SHIMADZU с приставкой для измерения плотности SMK-401; 5) разрывная машина ИР 5057 для испытания адгезионной прочности газотермических покрытий.	