

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМП, ТФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМП, ТФ)**

наименование кафедры

**Шиманский А.Ф.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПОКРЫТИЯ МАТЕРИАЛОВ**

Дисциплина ФТД.02 Покрытия материалов

Направление подготовки /  
специальность \_\_\_\_\_

Направленность  
(профиль) \_\_\_\_\_

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

---

Программу  
составили

канд.тех.наук, Доцент, Еромасов Р.Г.

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины: овладение теоретическим материалом и выработка навыков разработки технологических процессов формирования различных видов покрытий.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

– изучить технологические процессы изготовления заготовок деталей машин и приборов, методы их размерной обработки; принципиальные схемы типового производственного оборудования и инструмента;

– научить студентов анализу и основам разработки отдельных этапов технологии изготовления деталей и конструкций;

– нанесение покрытий позволяет решить две технологические задачи. Первая состоит в направленном изменении физико-химических свойств исходных поверхностей изделий, обеспечивающих заданные условия эксплуатации, вторая – в восстановлении свойств поверхностей изделий, нарушенных условиями эксплуатации, включая потерю размеров и массы.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ПК-8:Способен использовать на практике знания о традиционных и новых технологических процессах, разрабатывать рекомендации по составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности</b>	
<b>ПК-8.2:Выполняет работы по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами</b>	
Уровень 1	методы оценки технических решений, с позиций достижения качества покрытий и снижения себестоимости готовой продукции
Уровень 1	выбирать наиболее экономически выгодные и технологически обоснованные методы получения покрытий
Уровень 1	навыками технико-экономический анализа технологических процессов нанесения покрытий
<b>ПК-8.3:Определяет технологические параметры процессов формообразования и обработки изделий</b>	
Уровень 1	методы, физико-химические и технологические аспекты процессов нанесения покрытий и их разновидностей
Уровень 1	расчетным путем определять оптимальные режимы получения покрытий (толщину покрытия, скорость энергоносителя, температуру

	процесса, дистанцию напыления и пр.)
Уровень 1	методами обработки поверхности покрытий
<b>ПК-8.1:Использует на практике знания о традиционных и новых технологических процессах; разрабатывает рекомендации по составу, технологии производства и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности</b>	
Уровень 1	методы оценки технических решений, с позиций достижения качества покрытий
Уровень 1	определять оптимальные схемы подготовки поверхности формирования покрытия
Уровень 1	навыками метрологического обеспечения процессов и технического контроля качества покрытий

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина ФТД.2 Технология нанесения и свойства покрытий относится к циклу факультативных дисциплин

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы	0,5 (18)	0,5 (18)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Общая структура технологического процесса изготовления полуфабрикатов, изделий и деталей.	1	2	0	3	
2	Конструкционные материалы, материалы применяемые в строительстве, приборостроении и др. Их строение и свойства.	1	0	0	3	
3	Производство металлических материалов. Получение чистых металлов и сплавов. Объемы и назначение.	1	4	0	3	
4	Технология получения заготовок из композиционных и неметаллических материалов.	1	0	0	3	

5	Технологические процессы обработки заготовок. Теоретические основы механической обработки.	1	0	0	3	
6	Технология электрофизических и электрохимических методов обработки заготовок.	1	0	0	3	
7	Технологические процессы формирования заданных физико-механических и эксплуатационных свойств поверхностных слоев.	1	8	0	3	
8	Основы технологии сборочных работ и технологической подготовки производства.	1	0	0	3	
9	Проблемы современного производства и обработки материалов, пути решения.	1	4	0	3	
10	Классификация покрытий и методов их получения. Подготовка поверхностей деталей к нанесению покрытий.	1	0	0	3	
11	Контроль качества покрытий.	1	0	0	3	

12	Химические и электрохимические методы нанесения покрытий.	1	0	0	3	
13	Физическое осаждение из газовой фазы (вакуумное конденсационное нанесение покрытий).	1	0	2	3	
14	Химическое осаждение из паровой фазы.	1	0	0	3	
15	Диффузионные методы нанесения покрытий.	1	0	6	3	
16	Контактные методы нанесения покрытий.	1	0	4	3	
17	Основные параметры газотермического нанесения покрытий.	1	0	4	3	
18	Плазменное и газопламенное напыление покрытий. Детонационно-газовое напыление покрытий.	1	0	2	3	
Всего		18	18	18	54	

### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме



1	1	Общая структура технологического процесса изготовления деталей. Понятие о детали, как о структурной единице изделия. Способы представления детали и состав характеризующих ее параметров. Содержание и последовательность этапов преобразования исходных материалов в готовые детали.	1	0	0
2	2	Черные и цветные металлы и сплавы. Неметаллические и композиционные материалы. Влияние состава и строения на комплекс свойств и область применения различных материалов.	1	0	0
3	3	Физические, механические, эксплуатационные и технологические свойства материалов.	1	0	0
4	4	Физико-химические основы металлургического производства. Основные принципы получения металлов и сплавов: пирометаллургический, электролитический, гидрометаллургический и др.	1	0	0

5	5	<p>Получение стали. Физико-химические процессы, осуществляемые в сталеплавильных агрегатах. Устройство и принцип действия кислородных конверторов, мартеновских и электродуговых печей, особенности выплавки стали в них. Техно-экономические показатели.</p>	1	0	0
6	6	<p>Роль и назначение электрохимической и электрофизической обработки в машиностроении. Физические и химические процессы, лежащие в основе этих методов. Преимущества и недостатки. Требования к инструментальным материалам и конструкции оборудования для электрохимического и электрофизического методов обработки. Технологические возможности методов.</p>	1	0	0

7	7	<p>Сущность, технологические возможности и области применения процессов нанесения на поверхности деталей износостойких, жаростойких, антикоррозионных и декоративных покрытий (плакитирование, наплавка, газотермическое и плазменное напыление, гальванические покрытия).</p>	1	0	0
8	8	<p>Основные этапы сборочных работ: подготовка деталей к сборке, установка, соединение. Технологические схемы сборки. Механизация и автоматизация сборочных работ. Контроль качества сборки. Содержание работ по отработке конструкции изделия на технологичность. Состав и последовательность этапов изготовления детали. Содержание маршрутного и операционного технологического процесса.</p>	1	0	0

9	9	<p>Повышение эффективности производства – обеспечение конкурентоспособности . Прогрессивные методы получения заготовок и их обработки. Внедрение ресурсосберегающих Проблемы современного производства и обработки наукоемких и высоких технологий.</p>	1	0	0
10	10	<p>Предмет и задачи курса. Роль и место покрытий в современном промышленном производстве. Назначение и области применения покрытий. Классификация покрытий и методов их получения. Изменение физико-химических свойств поверхностей при нанесении покрытий. Внутренние покрытия. Внешние покрытия. Подготовка поверхности при нанесении покрытий. Мойка водой. Обезжиривание. Травление. Механические способы подготовки поверхности. Электрофизическая подготовка поверхности. Ионно-химические способы очистки и активации поверхности. Очистка поверхности световыми потоками. Обезвоживание. Контроль состояния подготовленной поверхности.</p>	1	0	0

11	11	<p>Общие и специальные контрольные операции определения качественных показателей. Основные показатели качества покрытий. Прочность покрытий на границе раздела. Прочность материала покрытия. Остаточные напряжения. Несплошности в покрытиях (пористость). Определение толщины и равномерности покрытий. Методы оценки функциональных свойств покрытий.</p>	1	0	0
----	----	--	---	---	---

12	12	<p>Основные понятия о химических и электрохимических способах нанесения покрытий.</p> <p>Классификация химических и электрохимических покрытий. Сущность метода химического нанесения покрытий</p> <p>Технология нанесения металлических покрытий химическим восстановлением.</p> <p>Химическое меднение.</p> <p>Химическое никелирование.</p> <p>Количественные зависимости электрохимического процесса. Основные параметры электрохимического процесса. Технология нанесения металлических покрытий электрохимическим осаждением из растворов.</p> <p>Оборудование для нанесения электрохимических покрытий из водных растворов.</p>	1	0	0
----	----	--	---	---	---

13	13	<p>Механизм и кинетика формирования вакуумных конденсационных покрытий. Основные параметры вакуумного конденсационного нанесения покрытий и их влияние на эффективность процесса. Вакуумное конденсационное нанесение покрытий термическим испарением. Вакуумное конденсационное нанесение покрытий взрывным испарением-распылением материала покрытия. Технологические особенности вакуумного конденсационного нанесения покрытий ионным распылением. Преимущества и недостатки нанесения покрытий ионным распылением. Перспективы развития.</p>	1	0	0
----	----	---	---	---	---

14	14	<p>Описание процесса и основные области применения химического осаждения из газовой фазы. Теоретические основы технологии получения покрытий химическим осаждением из паровой фазы. Общая характеристика технологического процесса химическим осаждением из паровой фазы. Реакторная установка. Подготовка подложки. Нагрев подложки. Расположение подложки. Основные достоинства метода химического восстановления из паровой фазы.</p>	1	0	0
15	15	<p>Развитие и область применения метода диффузионного насыщения из засыпок. Технология метода насыщения из засыпок. Технология алитирования. Достоинства и недостатки метода порошков.</p>	1	0	0
16	16	<p>Шликерный и золь – гель методы нанесения покрытий Технология шликерного метода нанесения покрытий Технология золь – гель метода нанесения покрытий.</p>	1	0	0



17	17	История возникновения и классификация газотермических методов нанесения покрытий. Классификация методов. Влияние параметров газотермического напыления на эффективность процесса. Формирование покрытий.	1	0	0
18	18	Технологические особенности газопламенного напыления. Параметры газопламенного напыления и их влияние на эффективность процесса. Области применения. Преимущества и недостатки газопламенного напыления покрытий. Установки для газопламенного напыления.	1	0	0
Всего			18	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Состав и последовательность этапов изготовления детали. Содержание маршрутного и операционного технологического процесса.	2	0	0
2	3	Физико-химические процессы, протекающие при производстве стали, методы повышения ее качества.	4	0	0

3	7	Технологии изготовления и применение изделий из полупроводников и неметаллических материалов.	4	0	0
4	7	Технологии изготовления и применение изделий из композиционных материалов.	4	0	0
5	9	Методы ЭФ и ЭХ обработки заготовок. Проблемы в развитии технологий обработки	4	0	0
Всего			12	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	13	Приготовление микрошлифов и выявление микроструктуры покрытий.	2	0	0
2	15	Химические методы определения толщины металлических покрытий.	2	0	0
3	15	Электрохимическое нанесение покрытий.	4	0	0
4	16	Определение микротвердости покрытий.	2	0	0
5	16	Пористость металлических покрытий.	2	0	0
6	17	Химическое нанесение металлических покрытий.	4	0	0
7	18	Цинкнаполненные покрытия.	2	0	0
Всего			18	0	0

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Бобров Г. В., Ильин А. А.	Нанесение неорганических покрытий (теория, технология, оборудование): учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров "Материаловедение и технология новых материалов" направления подготовки дипломированных специалистов "Материаловедение, технология материалов и покрытий"	Москва: Интермет инжиниринг, 2004
Л1.2	Биронт В. С.	Нанесение покрытий: текст лекций	Красноярск: Изд-во КГАЦМиЗ, 1994
Л1.3	Меркулова Г. А.	Коррозия и нанесение покрытий: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. 150400.68.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»]	Красноярск: СФУ, 2013
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Дальский А. М., Барсукова Т. М., Бухаркин Л. Н., Гаврилюк В. С., Дальский А. М.	Технология конструкционных материалов: учебник для студентов машиностроит. вузов	Москва: Машиностроение, 2002
Л2.2	Никифоров В. М.	Технология металлов и других конструкционных материалов: учеб. для техникумов	Санкт-Петербург: Политехника, 2003
Л2.3	Новосельцев Ю. Г., Гарин Е. Н., Шайхадинов А. А., Железняк О. В.	Технологические основы нанесения покрытий : Упрочнение деталей машин нанесением покрытий: учеб. пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006
Л2.4	Фетисов Г.П.	Материаловедение и технология металлов: учебник для вузов.; рекомендовано МО РФ	М.: Высшая школа, 2008
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	Астафьева Е. А., Носков Ф. М., Зубрилов Г. Ю., Почекутов С. И., Казаков В. С.	Технология конструкционных материалов: электронный учебно-методический комплекс по дисциплине (№ 26-2007)	Красноярск: СФУ, 2008
ЛЗ.2	Астафьева Е. А., Носков Ф. М., Зубрилов Г. Ю., Почекутов С. И., Казаков В. С.	Технология конструкционных материалов: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2008

**7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Материаловедение и технология материалов : учебное пособие для подготовки бакалавров технических направлений/ред.: А. И. Батышев, А. А. Смолькин. – 2013 [Электронные данные].	<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=397679">http://znanium.com/bookread2.php?book=397679</a>
Э2	Александров С. Е. Технология полупроводниковых материалов : учеб. пособие для студентов вузов/С. Е. Александров, Ф. Ф. Греков. – 2012 [Электронные данные].	<a href="http://e.lanbook.com/view/book/3554/">http://e.lanbook.com/view/book/3554/</a>
Э3	Материаловедение и технология материалов : учебное пособие для подготовки бакалавров технических направлений/ред.: А. И. Батышев, А. А. Смолькин. – 2013 [Электронные данные] Режим доступа:	<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=397679">http://znanium.com/bookread2.php?book=397679</a>
Э4	Александров С. Е. Технология полупроводниковых материалов : учеб. пособие для студентов вузов/С. Е. Александров, Ф. Ф. Греков. – 2012 [Электронные данные] Режим доступа:	<a href="http://e.lanbook.com/view/book/3554/">http://e.lanbook.com/view/book/3554/</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

В соответствии с учебной программой предусмотрено выполнение самостоятельных многовариантных расчетных заданий.

После прохождения соответствующего теоретического раздела курса, преподавателем, ведущим практические занятия выдаются задания для самостоятельного расчета (варианты с 1 по 25). Выполнение расчетных работ ведется студентом в соответствии с подробными методическими указаниями к самостоятельным расчетным работам.

Сдача и защита расчетных работ осуществляется преподавателем дисциплины в течение семестра в соответствии с утвержденным графиком защит, как правило, на следующем практическом занятии.

Формой отчетности самостоятельной работы являются защищенные лабораторные работы, ответы на семинарах.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Нет.
-------	------

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Нет.
-------	------

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Кафедра располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов образовательной деятельности по дисциплине «Технология материалов и покрытий» в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Учебные классы и лаборатории кафедры оснащены необходимым оборудованием, позволяющим проводить лекционные, практические и лабораторные занятия в инновационной форме с применением активных методов обучения.

Лабораторные занятия проводятся в аудитории 203 л.к. площадью 42,7 м<sup>2</sup>. Площадь, занимаемая лабораторным оборудованием и мебелью, составляет от 6 до 26 м<sup>2</sup> (в зависимости от аудиторной мебели для размещения студентов). Норма площади на одного студента, согласно ГОСТ 12.4.113-82 «Система стандартов безопасности труда. Работы учебные лабораторные. Общие требования безопасности», составляет 4,5 м<sup>2</sup>. Таким образом, вместимость лаборатории – порядка 12 человек. При необходимости за счет задействования для размещения студентов учебной аудитории 202 л.к. можно повысить число занятых в занятии студентов до 15 человек, не более. В связи с изложенным, учебные группы численностью 16 человек и более делятся на подгруппы, состав которых сохраняется до окончания лабораторного практикума. Деление на подгруппы фиксируется в педагогической нагрузке преподавателя.

Основное оборудование: микроскопы МИМ-7 и Leica DMIL, твердомер ТШ для определения твердости по методу Бринелля и твердомер ТК для определения твердости по методу Роквелла.