

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Современные и перспективные технологии поверхностного  
упрочнения материалов  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 22.04.02 Металлургия  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Металловедение и технология термической обработки сталей  
и высокопрочных сплавов  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - формирование комплекса знаний, умений и навыков в области современных и перспективных технологии поверхностного упрочнения.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение различных видов поверхностного упрочнения изделий, оборудования, принципов формирования диффузионных слоев и покрытий, полученных при различных видах поверхностной обработки металлов ; их структуры и свойств; методики исследования качества поверхностных слоев.
- формирование умения решать задачи, относящиеся к технологиям поверхностного упрочнения материалов;
- формирование навыков выбора способа поверхностного упрочнения деталей.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- оборудование для поверхностной обработки
- структура поверхностного слоя , свойства;

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	- современные и перспективные технологии поверхностного упрочнения изделий; - принципы формирования диффузионных слоев и покрытий, полученных при различных видах поверхностной обработки материалов - структуры и свойства диффузионных слоев и покрытий, полученных после различных видов поверхностного упрочнения; - методики оценки контроля качества поверхностных слоев.	Знает теорию термообработки сталей и сплавов; технологические процессы термической обработки; конструкции основного и вспомогательного термического оборудования.	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	навыками выбора способа поверхностного упрочнения деталей	Владеет навыками выбора технологических процессов объемной и поверхностной термической обработки.	Зачет
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	решать задачи, относящиеся к технологиям поверхностного упрочнения материалов; уметь анализировать результаты поиска по заданной теме и формировать доклад;	Умеет решать задачи, относящиеся к технологии термического производства, используя теоретические знания.	Зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)			
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Упрочнение методами химико-термической обработки.	0	0	8	18
Тема 1. Насыщение углеродом, азотом, совместное насыщение неметаллами. Механизм образования, строение и свойства диффузионных слоев. Контроль качества деталей после насыщения. Тема 2. Насыщение неметаллами (бором, кремнием) и диффузионная металлизация. Механизм образования, строение и свойства диффузионных слоев. Контроль качества деталей после насыщения.				
Упрочнение методами физического воздействия концентрированной высокой энергией.	0	0	16	33
Тема 3. Упрочнение методами вакуумной ионно-плазменной технологии. Модифицирование поверхностных слоев: ионно-диффузионное насыщение (ионное азотирование, науглероживание и др.) Ионная имплантация (внедрение). Нанесение покрытий: химическое осаждение в плазме тлеющего разряда из газовой фазы (CVD - метод); физическое осаждение из газовой фазы (PVP - метод). Механизм образования, строение и свойства диффузионных слоев. Контроль качества деталей после насыщения. Тема 4. Газотермическое напыление. Высокоскоростное, газопламенное, детонационное, плазменное. Механизм образования, строение и свойства диффузионных слоев. Контроль качества деталей после насыщения. Тема 5. Упрочнение методами наплавки легирующими металлами. Электродуговая и плазменная наплавка. Механизм образования, строение и свойства диффузионных слоев. Контроль качества деталей после насыщения Тема 6. Электроискровое легирование. Механизм образования, строение и свойства диффузионных слоев. Контроль качества деталей после насыщения. Тема 7. Упрочнение методами лазерного воздействия Лазерная обработка и легирование. Механизм образования, строение и свойства диффузионных слоев. Контроль качества деталей после насыщения.				
Упрочнение методами электролитического осаждения и растворения.	0	0	6	15
Тема 8. Гальваническое хромирование,				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>никелирование, цинкование. Механизм образования, строение и свойства диффузионных слоев. Контроль качества деталей после насыщения. Тема 9. Электрохимическое оксидирование. Механизм образования, строение и свойства диффузионных слоев. Контроль качества деталей после насыщения.</p>				
Упрочнение методами химического осаждения из растворов.	0	0	2	3
<p>Тема 10. Фосфатирование, никелирование, эпилатирование. Механизм образования, строение и свойства диффузионных слоев. Контроль качества деталей после насыщения.</p>				
Упрочнение методами пластического деформирования.	0	0	2	3
<p>Тема 11. Упрочнение методами электромеханической пластической обработки. Упрочнение методами пластического деформирования без использования внешней теплоты. Механизм образования, строение и свойства диффузионных слоев. Контроль качества деталей после насыщения.</p>				
ИТОГО по 3-му семестру	0	0	34	72
ИТОГО по дисциплине	0	0	34	72

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	1. Классификация методов упрочнения металлов
2	2. Упрочнение металлов и сплавов методами ХТО (цементация, азотирование)
3	3. Упрочнение металлов и сплавов методами ХТО (нитроцементация)
4	4. Упрочнение металлов и сплавов методами ХТО (борирование, силицирование, алитирование, хромирование)
5	5. Модифицирование поверхностных слоев: ионно-диффузионное насыщение (ионное азотирование, науглероживание и др.)
6	6. Модифицирование поверхностных слоев: Ионная имплантация (внедрение)
7	7. Нанесение покрытий: химическое осаждение в плазме тлеющего разряда из газовой фазы (CVD - метод); физическое осаждение из газовой фазы (PVP - метод)
8	8. Газотермическое напыление (высокоскоростное, газопламенное)
9	9. Газотермическое напыление (детонационное, плазменное)

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
10	10. Упрочнение металлов и сплавов методами наплавки легирующими металлами. Электродуговая и плазменная наплавка
11	11. Электроискровое легирование
12	12. Упрочнение металлов и сплавов методами лазерного воздействия
13	13. Гальваническое хромирование
14	14. Гальваническое никелирование, цинкование
15	15. Электрохимическое оксидирование
16	16. Фосфатирование, никелирование, эпилатирование
17	17. Упрочнение методами пластического деформирования

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и самостоятельной работе
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		

1	Герасимов С. А. Структура и износостойкость азотированных конструкционных сталей и сплавов : монография / С. А. Герасимов, Л. И. Куксенова, В. Г. Лаптева. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014.	1
2	Григорьев С. Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента : учебник для вузов / С. Н. Григорьев. - Москва: Машиностроение, 2011.	5
3	Григорьев С. Н. Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента / С. Н. Григорьев, В. П. Табаков, М. А. Волосова. - Старый Оскол: ТНТ, 2011.	1
4	Куксенова Л. И. Износостойкость конструкционных материалов : учебное пособие для вузов / Л. И. Куксенова, С. А. Герасимов, В. Г. Лаптева. - Москва: Изд-во МГТУ, 2011.	3
5	Основы обеспечения качества металлических изделий с неорганическими покрытиями : учебное пособие для вузов / В.Ф. Безъязычный [и др.]. - М.: Машиностроение, 2005.	11
6	Т. 1. - М.: , Л.В.М. - Скрипт, Машиностроение, 1995. - (Технология упрочнения. Технологические методы упрочнения : в 2 т.; Т. 1).	2
7	Т. 2. - М.: , Л.В.М. - Скрипт, Машиностроение, 1995. - (Технология упрочнения. Технологические методы упрочнения : в 2 т.; Т. 2).	2
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Ефремов А.М. Вакуумно-плазменные процессы и технологии : учебное пособие для вузов / А.М. Ефремов, В.И. Светцов, В.В. Рыбкин. - Иваново: Изд-во ИГХТУ, 2006.	3
2	Ильин А. А. Покрытия различного назначения для металлических материалов : учебное пособие для вузов / А. А. Ильин, Г. Б. Строганов, С. В. Скворцова. - Москва: Альфа-М, ИНФРА-М, 2013.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Металловедение и термическая обработка металлов : научно-технический и производственный журнал / Редакция журнала Металловедение и термическая обработка металлов. - Москва: Машиностроение, 1955 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Марочник сталей и сплавов / Под ред. А. С. Зубченко ; Сост. А.С. Зубченко [и др.]. - Москва: Машиностроение, 2011.	10
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Силина О. В. Современные и перспективные технологии поверхностного упрочнения / О. В. Силина. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2017.	20
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Волков Ю.С. Электрофизические и электрохимические процессы	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lan148436">http://elib.pstu.ru/Record/lan148436</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Мирзоев Р.А. Давыдов А.Д. анодные процессы электрохимической обработки металлов	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lan148448">http://elib.pstu.ru/Record/lan148448</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	компьютеры	30

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Механико-технологический факультет  
Кафедра «Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов»

**УТВЕРЖДЕНО**  
на заседании кафедры  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_2016 г.,  
протокол №\_\_\_  
Заведующий кафедрой  
Ю.Н. Симонов  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Современные и перспективные технологии поверхностного  
упрочнения конструкционных материалов»**

образовательной программы высшего образования – программы академической  
магистратуры

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации по учебной дисциплине  
ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Направление подготовки:</b>	<u>22.04.02 Metallurgy</u>
<b>Профиль программы магистратуры:</b>	<u>Металловедение и технология термической обработки сталей и высокопрочных сплавов</u>
<b>Квалификация (степень) выпускника:</b>	<u>магистр</u>
<b>Выпускающая кафедра:</b>	<u>Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов</u>
<b>Форма обучения:</b>	<u>очная, заочная</u>

**Трудоёмкость:**

- кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ.
- часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Пермь 2016**

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Современные и перспективные технологии поверхностного упрочнения конструкционных материалов» и разработан на основании:

- приказа МОН РФ от «19» декабря 2013 г. №1367;
- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия (уровень магистратуры), утвержденного «30» 03 2015 г., № 300 ;
- компетентностной модели выпускника (КМВ) образовательной программы (ОП) по профилю подготовки – «Металловедение и термическая обработка сталей и высокопрочных сплавов» направления подготовки 22.04.02 Metallургия, утвержденной «28» мая 2015 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия, (уровень магистратуры), программа магистратуры «Металловедение и технология термической обработки сталей и высокопрочных сплавов», утвержденного «28» апреля 2016 г.;
- рабочей программы дисциплины «Современные и перспективные технологии поверхностного упрочнения конструкционных материалов» утвержденной «15» декабря 2014г.
- Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.; приказа ректора ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-в "О введении структуры фонда оценочных средств".

## **1. Перечень формируемых компетенций (частей) и контролируемые результаты обучения**

### **1.1 Формируемые части компетенций**

Согласно КМВ ОП, учебная дисциплина «Современные и перспективные технологии поверхностного упрочнения конструкционных материалов» участвует в формировании одной компетенции обучающегося. В рамках учебного плана образовательной программы в 3-ем семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируется следующая дисциплинарная часть компетенций (код и название компетенции указаны в РПД дисциплины):

- способность применять современные и перспективные технологии поверхностного упрочнения в зависимости от условий эксплуатации деталей (ОПК-1, Б1.ДВ.02.1).

### **1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра базового учебного плана) и состоит из

одного модуля. В модуле предусмотрены практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты дисциплинарной части компетенции "знание", "умение", "владение", указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках промежуточного, рубежного контроля и промежуточной аттестации при изучении и систематизации теоретического материала, подготовке докладов, оформления презентаций, сдаче отчетов по практическим занятиям, подготовке к творческим занятиям и промежуточной аттестации. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (3 семестр), проводимая с учетом результатов промежуточного и рубежного контроля.

Таблица 1.1. Контролируемые результаты обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	3 семестр		
	Промежуточный	Рубежный	промежут аттестация
<b>Усвоенные знания</b>			
<b>З.1</b> - знать современные и перспективные технологии поверхностного упрочнения изделий - знать принципы формирования диффузионных слоев и покрытий, полученных при различных видах поверхностной обработки металлов - знать структуры и свойства диффузионных слоев и покрытий, полученных после различных видов поверхностного упрочнения - знать методики оценки контроля качества поверхностных слоев	Док.пр, ОПЗ, ТЗ	РТ	ТВ
<b>Освоенные умения</b>			
<b>У.1</b> уметь анализировать результаты поиска по заданной теме и формировать доклад	Док.пр, ОПЗ		
<b>Приобретенные владения</b>			
<b>В.1</b> владеть навыками выбора способа поверхностного упрочнения при заданных условиях эксплуатации деталей	ТЗ, ОПЗ	РТ	ПЗ

\* Зачет по дисциплине с проведением аттестационного испытания по билетам.

Условные обозначения:

ОПЗ – отчет о практическом занятии;

РТ – рубежное тестирование;

Док.пр – доклад с презентацией;

ПЗ – практическое задание; ТВ – теоретический вопрос;

ТЗ – творческое занятие.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

### **2.1. Текущий и промежуточный контроль**

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме доклада с презентацией по темам практических занятий. Оценивание компонента знаний дисциплинарной части компетенций проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД (табл. 1.1). Доклад оформляется в виде отчета о практическом занятии и подлежит защите. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации. Критерии и показатели оценивания защиты доклада отображены в шкале, приведенной в таблице 4.7. общей части фонда оценочных средств программы магистратуры по направлению 22.04.02 Металлургия.

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится после окончания каждого раздела дисциплины согласно РПД в форме группового творческого задания.

#### **2.1.1. Защита отчета о практическом занятии**

Всего запланировано 17 практических занятий. Темы практических занятий приведены в РПД. Темы докладов, сформулированные на основе тем практических занятий, выдаются студентам в начале семестра. Защита отчета о практическом занятии проводится индивидуально каждым студентом для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций. Критерии и показатели оценивания защиты отчета о практическом занятии отображены в шкале, приведенной в таблице 4.2. общей части фонда оценочных средств программы магистратуры по направлению 22.04.02 Металлургия.

#### **2.1.2. Групповое творческое занятие**

Согласно РПД запланировано пять групповых творческих занятий. Результаты творческого занятия каждого студента (его активность, умение формулировать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения, интегрировать знания различных областей) по 4-балльной шкале оцениваются, заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Типовые темы творческого занятия ТЗ1:

1. Предложить способ химико-термической обработки стали 40ХН2МА для получения поверхностного слоя с высокой износостойкостью и усталостной прочностью.
2. Вал из стали 45 работает в условиях абразивного изнашивания. Предложите вид ХТО, приводящий к повышению стойкости против абразивного износа, обоснуйте режимы, опишите фазовый состав и структуру слоев, объясните причины повышения уровня свойств.

Типовые темы творческого занятия ТЗ2:

1. Выберите способ нанесения газотермического напыления на элементы погружной установки, работающей в среде пластовой жидкости при  $T \leq 150^{\circ}\text{C}$ . Твердость покрытия  $\leq 1000 \text{ HV}$ . Пористость не должна превышать 0,5 %. Изменение геометрических размеров и создание гальванической пары между покрытием и основой не допускается.

2. Предложить экономически эффективный метод азотирования детали цилиндрической формы из стали 12Х13 для повышения износостойкости поверхности. Описать принцип действия метода.

#### Типовые темы творческого занятия Т33:

1. Выберите метод электролитического осаждения и растворения для многократного повышения термической стойкости формообразующих элементов пресс-форм. Не должно быть взаимодействия покрытия с углеродом, содержащимся в смазочных материалах.

2. Выберите метод электролитического осаждения и растворения для защиты от коррозии гладкоствольного оружия двенадцатого калибра.

#### Типовые темы творческого занятия Т34:

1. Выберите метод химического осаждения из растворов для повышения износостойкости коррозионной стойкости сверл из стали Р6М5.

2. Выберите метод химического осаждения из растворов для защиты алюминиевого (Д16) изделия от коррозии, повышения электропроводимости, износостойкости, обеспечивая возможность пайки.

#### Типовые темы творческого занятия Т35:

1. Выберите метод пластического деформирования без использования внешней теплоты для повышения твердости, износостойкости и шероховатости небольших пружин из стали 60С2А.

2. Выберите метод пластического деформирования без использования внешней теплоты для упрочнения фрез из стали Р18 после термообработки и шлифования. В результате обработки параметр шероховатости инструмента уменьшается, количество оставшегося аустенита уменьшается, твердость поверхности увеличивается.

## 2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарной части компетенции (табл. 1.1) проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, в форме рубежного бланчного тестирования.

### 2.2.1. Рубежное тестирование

Всего запланировано 1 рубежное тестирование (РТ) по модулю.

Типовые вопросы РТ:

1. Какой вид разряда используется в процессе ионного азотирования?
  - А) коронный
  - Б) дуговой
  - В) тлеющий
  - Г) шаровой
2. С помощью какого метода покрытие образуется за счет конденсации металлического пара на поверхность пластины?
  - А) CVD - метод
  - Б) PVD - метод
  - В) P-CVD - метод
  - Г) ИПА
3. Цель азотирования
  - А) получение износостойкого покрытия
  - Б) получение жаростойкого коррозионностойкого покрытия
  - В) получение пластичного поверхностного слоя
  - Г) создание мелкозернистой структуры.

Полный комплект тестовых вопросов хранится на кафедре "Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов".

Шкала и критерии оценки результатов рубежного тестирования по модулю приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки результатов рубежного тестирования

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	Студент ответил правильно более, чем на 90% вопросов.
4	Средний уровень	Студент ответил правильно на 75-90% вопросов.
3	Минимальный уровень	Студент ответил правильно на 60-75% вопросов.
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент ответил правильно менее, чем на 60% вопросов.

Результаты рубежного тестирования по модулю по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам промежуточного и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех отчетов практических занятиях, а также положительная интегральная оценка по результатам промежуточного и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета (3 семестр). Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля при выполнении заданий (докладов с презентацией) на практических занятиях, защите отчетов о практических занятиях, активного участия на групповом творческом занятии и выполнении рубежного тестирования на уровень освоения не ниже минимального (таблица 2.1).

#### 2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине выставляется по итогам проведенного текущего и рубежного контроля, которые обеспечивают необходимый уровень сформированности заявленной дисциплинарной части компетенции.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты дисциплинарной части компетенции при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в пункте 5.2 общей части фонда оценочных средств программы магистратуры по направлению 22.04.02 Metallургия.

### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит один теоретический вопрос (ТВ) для проверки усвоенных знаний и одно практическое задание (ПЗ) для проверки освоенных умений и приобретенного владения заявленными дисциплинарными частями компетенций.

### **2.3.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

#### **2.3.3.1 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине**

##### **Типовые контрольные вопросы для оценивания усвоенных знаний:**

1. Основные механизмы формирования диффузионных слоев.
2. Особенности формирования диффузионных слоев методом ИПА в сравнении с газовым азотированием.
3. Строение и свойства диффузионных слоев полученных методом CVD и PVD.

##### **Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений:**

1. Оценка контроля качества деталей после насыщения методом цементации.
2. Оценка контроля качества деталей после лазерного легирования.
3. Оценка контроля качества деталей после гальванического хромирования.

##### **Типовые контрольные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Назначьте и обоснуйте выбор комбинированного воздействия ХТО + тонкопленочное покрытие для изготовления детали, работающей на износ в условиях контактных нагрузок, обеспечивающее минимальный коэффициент трения.

*Полный комплект вопросов и заданий для зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре "Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов".*

#### **2.3.4. Шкалы оценивания результатов обучения при зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов "знание", "умение", "владение" заявленной дисциплинарной части компетенции проводится по 4-балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

Шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов "знание", "умение" и "владение" отображены в шкале, приведенной в пункте 5.2 общей части фонда оценочных средств программы магистратуры по направлению 22.04.02 Metallургия.

### **3. Критерии усвоения уровня сформированности компонентов и дисциплинарных частей компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных частей компетенций**

Порядок оценки уровня сформированности компонентов дисциплинарных частей компетенций указан в п. 5.2 общей части фонда оценочных средств программы магистратуры по направлению 22.04.02 Metallургия.

### **3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых частей компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в пункте 5.2 общей части фонда оценочных средств программы магистратуры по направлению 22.04.02 Metallургия.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в таблице 4.6 общей части фонда оценочных средств программы магистратуры по направлению 22.04.02 Metallургия. По первым 3-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным ниже критериям выставляется итоговая оценка уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций.

**Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета:**

- «Зачтено» – средняя оценка  $> 3,3$  и нет ни одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

- «Незачтено» – средняя оценка  $< 3,3$  или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

