

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 23.07.2020 11:14:15  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953e

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке и инновациям



*Сергей Геннадьевич Емельянов*

(подпись, инициалы, фамилия)

« 23 » июля 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Спецглавы металловедения

(наименование дисциплины)

направление подготовки

22.06.01

шифр согласно ФГОС ВО

Технология материалов

наименование направления подготовки

Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

наименование профиля (специализации) подготовки

квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

форма обучения

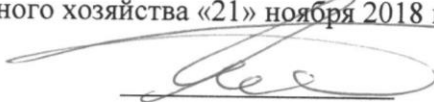
очная

( очная, заочная)

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень подготовки кадров высшего образования) направления подготовки 22.06.01 Технология материалов, на основании учебного плана профиля (специализации) Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, одобренного Ученым советом университета протокол № 11, «27» июня 2016 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по направлению подготовки 22.06.01 Технология материалов, профиля (специализации) Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов на заседании кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства «21» ноября 2018 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой АиАХ  
к.т.н., доцент



А.Ю. Алтухов

Разработчик программы,  
д.т.н., профессор



Е.В. Агеев

Согласовано:

/Директор научной библиотеки



В. Г. Макаровская

Начальник отдела подготовки и  
аттестации кадров высшей квалификации



Н.А. Милостная

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 22.06.01 Технология материалов профиля (специализации) Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, одобренного Ученым советом университета протокол № 10, «26» 06 2017 г. на заседании кафедры АиАХ  
«31» 08 2019 г., протокол № 1

Зав. кафедрой



Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 22.06.01 Технология материалов профиля (специализации) Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, одобренного Ученым советом университета протокол № 16, «27» 06 2018 г. на заседании кафедры АиАХ  
«9» 07 2020 г., протокол № 21

Зав. кафедрой



Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 22.06.01 Технология материалов профиля (специализации) Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, одобренного Ученым советом университета протокол №    , «   » 20 г. на заседании кафедры      
«   »     201 г., протокол №    

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_

# 1 Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП

## 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Спецглавы металловедения» является формирование у аспирантов фундаментальных знаний о природе и свойствах металлов и сплавов, а также о методах их упрочнения для наиболее эффективного использования в технике; ознакомление с возможными дефектами металлоизделий и овладение теорией и технологией термической обработки металлов.

## 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины являются:

- Установление зависимости между строением, составом и свойствами металлов и сплавов.
- Изучение теории и практики различных способов упрочнения металлов и сплавов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин и инструмента.
- Изучение основных групп металлических материалов, их свойства и области применения.
- Приобретение навыков по выбору материала для конкретных изделий и условий эксплуатации, прогнозированию их работоспособности.

В результате изучения дисциплины аспиранты должны:

- **знать**: физическую сущность явлений, происходящих в металлах в условиях производства и эксплуатации, их взаимосвязь со свойствами, основные свойства металлов и сплавов.
- **уметь**: в результате анализа условий эксплуатации и различных напряжений правильно выбрать материал, назначить его термическую, термомеханическую и химико-термическую обработку в целях получения заданных свойств, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин. иметь представление о возможных дефектах металлоизделий, овладеть методикой проведения основных механических испытаний металлов и сплавов.
- **владеть** методологией проведения экспериментальных исследований и разнообразием конкретных методик исследования определенных функциональных и конструкционных свойств металлов, методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований и проверки различных статистических гипотез применительно к оценке и оптимизации свойств металлов и сплавов.

## 1.3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

- способностью и готовностью разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции (ОПК-2);
- способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии (ОПК-5);
- способностью выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов (ОПК-10);
- способностью и готовностью участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий (ОПК-12);
- способностью и готовностью оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий (ОПК-14);
- способностью и готовностью организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов, разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества (ОПК-16);
- способностью использовать и развивать базовые знания основных типов материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, навыки самостоятельного выбора материалов для

- заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения (ПК-4);
- способностью использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов (ПК-5);
  - готовностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного, научно-педагогического и производственного профиля своей профессиональной деятельности (ПК-7);
  - способностью использовать принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, применять комплексный подход к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов (ПК-8).

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

«Спецглавы металловедения» представляет дисциплину по выбору вариативной части с индексом Б1.В.ДВ.1.2 учебного плана направления подготовки 22.06.01 Технология материалов, изучаемую на 3 курсе в 5 семестре.

## **3 Содержание и объем дисциплины**

### **3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.), 108 часов.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

| Объем дисциплины  | Всего,<br>часов |
|---|-----------------|
| Общая трудоемкость дисциплины   | 108             |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) | 36,1            |
| в том числе:  |                 |
| лекции  | 18              |
| лабораторные занятия  | 0               |
| практические занятия  | 18              |
| экзамен   | 0               |
| зачет   | 0,1             |
| Аудиторная работа (всего):  | 36              |
| в том числе:  |                 |
| лекции  | 18              |
| лабораторные занятия  | 0               |
| практические занятия  | 18              |
| Самостоятельная работа аспирантов (всего)   | 71,9            |
| Контроль/экз (подготовка к экзамену)  | 0               |

Таблица 3.2 - Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины   | Виды деятельности |       |       | Учебно методические материалы | Формы текущего контроля успеваемости<br>Форма промежуточной аттестации | Компетенции              |
|-------|--|-------------------|-------|-------|-------------------------------|--|--------------------------|
|       |  | лек., час         | № лаб | № пр. |                               |  |                          |
| 1     | 2  | 3                 | 4     | 5     | 6                             | 7  | 8                        |
| 1     | Фазы и структура металлических сплавов                                 | 2                 |       | 1     | У-1,<br>У-4,<br>МУ-1          | 1-2 неделя<br>С  | ОПК-2,<br>ПК-4,<br>ПК-5  |
| 2     | Диаграммы состояния (фазового равновесия) сплавов                      | 2                 |       | 2     | У-1,<br>У-3,<br>У-5,<br>МУ-1  | 3-4 неделя<br>С  | ОПК-5,<br>ПК-7,<br>ПК-8  |
| 3     | Основы теории термической обработки                                    | 2                 |       | 3     | У-1,<br>У-2,<br>У-5,<br>МУ-1  | 5-6 неделя<br>С  | ОПК-10,<br>ПК-7,<br>ПК-8 |
| 4     | Технология термической обработки стали                                 | 2                 |       | 4     | У-1,<br>У-4,<br>МУ-1          | 7-8 неделя<br>С  | ОПК-2,<br>ПК-4,<br>ПК-5  |
| 5     | Поверхностное упрочнение стальных изделий                              | 2                 |       | 5     | У-1,<br>У-3,<br>У-5,<br>МУ-1  | 9-10 неделя<br>С   | ОПК-12,<br>ПК-7,<br>ПК-8 |
| 6     | Методы повышения конструкционной прочности сталей и сплавов            | 2                 |       | 6     | У-1,<br>У-2,<br>У-5,<br>МУ-1  | 11-12 неделя<br>С  | ОПК-14,<br>ПК-7,<br>ПК-8 |
| 7     | Порошковые материалы   | 2                 |       | 7     | У-1,<br>У-4,<br>МУ-1          | 13-14 неделя<br>С  | ОПК-16,<br>ПК-4,<br>ПК-5 |
| 8     | Свойства и применение сплавов цветных металлов при низких температурах | 2                 |       | 8     | У-1,<br>У-3,<br>У-5,<br>МУ-1  | 15-16 неделя<br>С  | ОПК-2,<br>ПК-7,<br>ПК-8  |
| 9     | Общая характеристика покрытий и способов их нанесения                  | 2                 |       | 9     | У-1,<br>У-2,<br>У-5,<br>МУ-1  | 17-18 неделя<br>С<br>З   | ОПК-5,<br>ПК-4,<br>ПК-5  |
| Итого |  | 18                |       |       |                               |  |                          |

Таблица 3.3 – Краткое содержание лекционного курса

| № | Раздел (тема) дисциплины   | Содержание   |
|---|--|--|
| 1 | Фазы и структура металлических сплавов                                 | Характеристика основных фаз в сплавах. Структура сплавов. Диффузия и структура сплавов. Пути упрочнения сталей и сплавов   |
| 2 | Диаграммы состояния (фазового равновесия) сплавов                      | Условия и методика построения диаграмм состояния. Основные типы диаграмм состояния. Неравновесная кристаллизация и перекристаллизация сплавов. Связь между свойствами сплавов и типом диаграмм состояния. Понятие о диаграммах состояния тройных сплавов.  |
| 3 | Основы теории термической обработки                                    | Общие сведения теории термической обработки. Классификация видов термической обработки стали. Превращения в стали при нагреве. Образование аустенита. Диффузионные превращения аустенита при охлаждении стали. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Мартенситное превращение аустенита. Промежуточное (бейнитное) превращение аустенита. Изотермическое превращение аустенита в легированных сталях. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении. Термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита. Превращения при отпуске закаленной стали. |
| 4 | Технология термической обработки стали                                 | Технология отжига стали. Технология закалки стали. Технология отпуска стали.   |
| 5 | Поверхностное упрочнение стальных изделий                              | Упрочнение поверхности методом пластического деформирования. Поверхностная закалка. Химико-термическая обработка стали.  |
| 6 | Методы повышения конструкционной прочности сталей и сплавов            | Технология производства чистой стали. Формирование структуры дисперсными выделениями. Комбинированное термомеханическое воздействие. Регулирование размеров зерна термоциклированием.  |
| 7 | Порошковые материалы   | Общие сведения о порошковых материалах. Конструкционные материалы. Антифрикционные материалы. Фрикционные материалы. Пористые фильтрующие элементы. Инструментальные порошковые стали. Карбидостали.   |
| 8 | Свойства и применение сплавов цветных металлов при низких температурах | Алюминий и его сплавы. Титан и его сплавы. Медь и ее сплавы. Основы выбора конструкционных материалов для работы при низких температурах.  |
| 9 | Общая характеристика покрытий и способов их нанесения                  | Характеристика и способы нанесения металлических покрытий. Характеристика и способы нанесения цинковых покрытий. Характеристика и способы нанесения алюминиевых покрытий. Характеристика и способы нанесения оловянных и хромсодержащих покрытий. Наплавка износостойкими материалами. Осаждение в вакууме или из газовой фазы.  |

### 3.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 3.4 – Практические занятия

| № темы | Наименование практического занятия     | Объем, час. |
|--------|--|-------------|
| 1      | Строение и свойства металлов и сплавов | 2           |

|   |  |    |
|---|--|----|
| 2 | Связь между свойствами сплава и типом диаграммы состояния          | 2  |
| 3 | Изучение технологии литейного производства                         | 2  |
| 4 | Определение основных свойств углеродистых сталей по их маркам      | 2  |
| 5 | Определение основных свойств легированных сталей по их маркам      | 2  |
| 6 | Определение основных свойств сплавов цветных металлов по их маркам | 2  |
| 7 | Выбор материала для деталей машин                                  | 2  |
| 8 | Технология получения деталей из порошков                           | 2  |
| 9 | Подбор методов защиты детали от коррозии                           | 2  |
|   | Итого  | 18 |

### 3.3. Самостоятельная работа аспирантов (СРС)

Таблица 3.5 – Самостоятельная работа аспирантов

| №     | Наименование раздела дисциплины  | Срок выполнения | Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час |
|-------|--|-----------------|---|
| 1     | Фазы и структура металлических сплавов                                 | 1-2 неделя      | 8   |
| 2     | Диаграммы состояния (фазового равновесия) сплавов                      | 3-4 неделя      | 8   |
| 3     | Основы теории термической обработки                                    | 5-6 неделя      | 8   |
| 4     | Технология термической обработки стали                                 | 7-8 неделя      | 8   |
| 5     | Поверхностное упрочнение стальных изделий                              | 9-10 неделя     | 8   |
| 6     | Методы повышения конструкционной прочности сталей и сплавов            | 11-12 неделя    | 8   |
| 7     | Порошковые материалы   | 13-14 неделя    | 8   |
| 8     | Свойства и применение сплавов цветных металлов при низких температурах | 15-16 неделя    | 8   |
| 9     | Общая характеристика покрытий и способов их нанесения                  | 17-18 неделя    | 7,9   |
| Итого |  |                 | 71,9  |

## 4 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы

Аспиранты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы аспирантов по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

– библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

– имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

– путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и

справочного материала;

- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;
- путем разработки:
- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы аспирантов;
- заданий для самостоятельной работы;
- тем рефератов и докладов;
- вопросов к экзаменам и зачетам;
- методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.;
- тем курсовых работ и методические рекомендации по их выполнению.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## 5 Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 22.06.01 Технология материалов реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков аспирантов. В рамках курса предусмотрены встречи со специалистами предприятий Курской области.

Таблица 5.1 – Образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

| №      | Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия) | Образовательные технологии                       | Объем, час |
|--------|--|--|------------|
| 1      | Порошковые материалы   | Лекция с разбором конкретных ситуаций            | 2          |
| 2      | Свойства и применение сплавов цветных металлов при низких температурах | Лекция-беседа                                    | 2          |
| 3      | Технология получения деталей из порошков                               | Семинар-визуализация. Решение практических задач | 2          |
| 4      | Подбор методов защиты детали от коррозии                               | Семинар-презентация. Решение практических задач  | 2          |
| Итого: |  |  | 8          |

## 6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.  
Перечень вопросов для подготовки к зачету приведен в Приложении А.

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 6.1 – Этапы формирования компетенций

| Код компетенции, содержание компетенции | Дисциплины (модули) при изучении которых |
|---|--|
|---|--|



|  |   |
|--|---|
| <p>способностью и готовностью разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции (ОПК-2)</p>   | <p>формируется данная компетенция<br/>         Методология научных исследований при подготовке диссертации; Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов; Спецглавы металловедения; Электрофизические методы нанесения покрытий; Теория и технология новых материалов; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук; Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)</p>  |
| <p>способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии (ОПК-5)</p> | <p>Методология научных исследований при подготовке диссертации; Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента; Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов; Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов; Спецглавы металловедения; Электрофизические методы нанесения покрытий; Теория и технология новых материалов; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук; Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)</p> |
| <p>способностью выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов (ОПК-10)</p>  | <p>Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента; Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов; Спецглавы металловедения; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук; Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)</p>  |
| <p>способностью и готовностью участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий (ОПК-12)</p>   | <p>Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента; Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов; Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов; Спецглавы металловедения; Электрофизические методы нанесения покрытий; Теория и технология новых материалов; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации)</p>   |

|   |  |
|---|--|
|   | на соискание ученой степени кандидата наук;<br>Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)  |
| способностью и готовностью оценивать инвестиционные риски при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и технологий (ОПК-14)  | Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов; Спецглавы металловедения; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук; Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)  |
| способностью и готовностью организовывать работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов, разрабатывать проекты стандартов и сертификатов, проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества (ОПК-16) | Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов; Спецглавы металловедения; Электрофизические методы нанесения покрытий; Теория и технология новых материалов; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук; Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)   |
| способностью использовать и развивать базовые знания основных типов материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, навыки самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения (ПК-4)      | Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов; Спецглавы металловедения; Электрофизические методы нанесения покрытий; Теория и технология новых материалов; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Научно-исследовательская практика; Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук; Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)            |
| способностью использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов (ПК-5)   | Методология научных исследований при подготовке диссертации; Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента; Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов; Спецглавы металловедения; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Научно-исследовательская практика; Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук; Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно- |

|  |  |
|--|--|
| <p>готовностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного, научно-педагогического и производственного профиля своей профессиональной деятельности (ПК-7)</p>   | <p>квалификационной работы (диссертации)<br/>         Иностранный язык; Психология и педагогика; Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов; Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов; Спецглавы металловедения; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Научно-исследовательская практика; Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук; Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)</p>   |
| <p>способностью использовать принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, применять комплексный подход к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов (ПК-8)</p> | <p>Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента; Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов; Современные методы исследования состава, структуры и свойств материалов; Спецглавы металловедения; Электрофизические методы нанесения покрытий; Теория и технология новых материалов; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Педагогическая практика; Научно-исследовательская практика; Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук; Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)</p> |

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 6.2 – Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (частей компетенций)

| №<br>№<br>п\п | Код компетенции (или ее части) | Уровни сформированности компетенции   |  |  |
|---------------|--------------------------------|---|--|--|
|               |                                | Пороговый (удовлетворительный)  | Продвинутый (хорошо)   | Высокий (отлично)  |
| 1             | ОПК-2                          | <p>Знать: сведения о перспективных материалах</p> <p>Уметь: разрабатывать технологическую документацию на перспективные материалы</p> <p>Владеть: навыками составления технологической документацию на перспективные материалы</p>  | <p>Знать: сведения о перспективных материалах и новых изделиях</p> <p>Уметь: разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы и новые изделия</p> <p>Владеть: навыками составления технологической документацию на перспективные материалы и новые изделия</p>  | <p>Знать: сформированные систематические сведения о перспективных материалах, новых изделиях и средствах технического контроля качества выпускаемой продукции</p> <p>Уметь: разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции</p> <p>Владеть: навыками составления технологической документации на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции</p> |
| 2             | ОПК-5                          | <p>Знать: проблемы развития материаловедения</p> <p>Уметь: использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения</p> <p>Владеть: навыками выдвижения новых технологий в области материаловедения</p> | <p>Знать: сведения о проблемах развития современного материаловедения</p> <p>Уметь: использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных и общих профессионально-ориентирующих дисциплин для понимания проблем развития материаловедения</p> <p>Владеть: навыками выдвижения новых высокоэффективных технологий в области материаловедения</p> | <p>Знать: сформированные систематические сведения о проблемах развития современного материаловедения</p> <p>Уметь: использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения</p> <p>Владеть: навыками выдвижения и реализации на практике новых высокоэффективных технологий в области</p>   |

|   |        |  |  |   |
|---|--------|--|--|---|
|   |        |  |  | материаловедения  |
| 3 | ОПК-10 | <p>Знать: основные сведения о приборах для проведения экспериментов в области материаловедения</p> <p>Уметь: применять на практике приборы для проведения экспериментов в области материаловедения</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками регистрации результатов экспериментов, проводимых области материаловедения</p> | <p>Знать: основные сведения о приборах и оборудовании для проведения экспериментов в области материаловедения</p> <p>Уметь: применять на практике приборы и оборудование для проведения экспериментов в области материаловедения</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками регистрации результатов экспериментов, проводимых области материаловедения</p> | <p>Знать: сформированные систематические сведения о приборах, датчиках и оборудовании для проведения экспериментов в области материаловедения</p> <p>Уметь: применять на практике приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов в области материаловедения</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками регистрации результатов экспериментов, проводимых области материаловедения</p> |
| 4 | ОПК-12 | <p>Знать: сведения о технологическом контроле при производстве материалов</p> <p>Уметь: проводить технологические эксперименты</p> <p>Владеть: навыками проведения технологических экспериментов в области материаловедения</p>  | <p>Знать: сведения о технологическом контроле при производстве материалов и изделий</p> <p>Уметь: проводить технологические эксперименты и осуществлять технологический контроль при производстве материалов</p> <p>Владеть: навыками проведения технологических экспериментов, проводимых в области материаловедения</p>                                  | <p>Знать: сформированные систематические сведения о технологическом контроле при производстве материалов и изделий</p> <p>Уметь: проводить технологические эксперименты и осуществлять технологический контроль при производстве материалов и изделий</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками проведения технологических экспериментов, проводимых области в материаловедения</p>                |
| 5 | ОПК-14 | <p>Знать: инвестиционные риски материаловедческих проектов</p> <p>Уметь: рассчитывать инвестиционные риски, возникающие при производстве материалов</p> <p>Владеть: навыками разработки инновационных материаловедческих проектов</p>  | <p>Знать: инвестиционные риски, возникающие при реализации инновационных материаловедческих проектов</p> <p>Уметь: рассчитывать инвестиционные риски, возникающие при внедрении в производство перспективных материалов</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками</p>   | <p>Знать: инвестиционные риски, возникающие при реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов</p> <p>Уметь: рассчитывать инвестиционные риски, возникающие при внедрении в производство перспективных материалов и технологий</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками разработки</p>   |

|   |        |  |   |  |
|---|--------|--|---|--|
|   |        |  | разработки инновационных материаловедческих проектов  | инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов   |
| 6 | ОПК-16 | <p>Знать: мероприятия по созданию системы качества</p> <p>Уметь: проводить сертификацию материалов и технологических процессов</p> <p>Владеть: навыками организации работы по совершенствованию выпускаемых изделий</p>  | <p>Знать: мероприятия по созданию системы качества в области производства материалов</p> <p>Уметь: проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками организации работы по совершенствованию выпускаемых изделий и их элементов</p>  | <p>Знать: мероприятия по созданию системы качества в области производства и использования материалов</p> <p>Уметь: проводить сертификацию материалов, технологических процессов и оборудования, участвовать в мероприятиях по созданию системы качества</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками организации работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий, их элементов</p>   |
| 7 | ПК-4   | <p>Знать: основные типы материалов различного назначения</p> <p>Уметь: грамотно использовать базовые знания основных типов материалов различного назначения</p> <p>Владеть: навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности</p> | <p>Знать: основные типы материалов различного назначения, в том числе наноматериалов</p> <p>Уметь: грамотно использовать и развивать базовые знания основных типов материалов различного назначения</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности</p> | <p>Знать: все типы материалов различного назначения, в том числе наноматериалов</p> <p>Уметь: грамотно использовать и развивать базовые знания основных типов материалов различного назначения, в том числе наноматериалов</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения</p> |
| 8 | ПК-5   | <p>Знать: современные информационно-коммуникационные технологии используемые в материаловедении</p> <p>Уметь: использовать современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской</p>  | <p>Знать: современные информационно-коммуникационные технологии используемые в материаловедении</p> <p>Уметь: использовать современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской и расчетно-аналитической</p>  | <p>Знать: современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы, используемые в материаловедении</p> <p>Уметь: использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные</p>   |

|    |      |  |  |   |
|----|------|--|--|---|
|    |      | <p>деятельности в области материаловедения</p> <p>Владеть: навыками применения современных информационно-коммуникационных технологий</p>   | <p>деятельности в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками применения современных информационно-коммуникационных технологий</p>   | <p>информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками применения современных информационно-коммуникационных технологий и глобальных информационных ресурсы</p>   |
| 9  | ПК-7 | <p>Знать: основные методы исследования, используемые в области материаловедения</p> <p>Уметь: самостоятельно обучаться новым методам исследования, используемым в области материаловедения</p> <p>Владеть: навыками научного профиля в своей профессиональной деятельности</p> | <p>Знать: новые методы исследования, используемые в области материаловедения</p> <p>Уметь: самостоятельно обучаться новым методам исследования, используемым в области материаловедения</p> <p>Владеть: навыками научного и научно-педагогического профиля в своей профессиональной деятельности</p> | <p>Знать: новые методы исследования, используемые в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>Уметь: самостоятельно обучаться новым методам исследования, используемым в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>Владеть: навыками научного, научно-педагогического и производственного профиля в своей профессиональной деятельности</p> |
| 10 | ПК-8 | <p>Знать: основные методики исследований и испытаний веществ</p> <p>Уметь: применять комплексный подход к исследованию материалов</p> <p>Владеть: навыками стандартных и сертификационных испытаний материалов</p>   | <p>Знать: основные принципы и методики исследований и испытаний веществ и материалов</p> <p>Уметь: применять комплексный подход к исследованию материалов и их модификаций</p> <p>Владеть: навыками стандартных и сертификационных испытаний материалов и изделий</p>                                | <p>Знать: основные принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов</p> <p>Уметь: применять комплексный подход к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации</p> <p>Владеть: на высоком уровне навыками стандартных и сертификационных испытаний материалов, изделий и процессов</p>                                  |

Таблица 6.3 – Паспорт комплекта оценочных средств

| N п/п | Раздел (тема) дисциплины                          | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Технология формирования               | Оценочные средства       |  |
|-------|---|---|---------------------------------------|--------------------------|--|
|       |   |   |                                       | наименование             | №№ заданий   |
| 1     | 2   | 3   | 4                                     | 5                        | 6  |
| 1     | Фазы и структура металлических сплавов            | ОПК-2, ПК-4, ПК-5                             | Лекции<br>СРС<br>Практические занятия | Тесты<br>С<br>Отчет о ПЗ | Тестовые задания по теме<br>Вопросы по разделу 1<br>собеседования<br>Работы в МУ-1 |
| 2     | Диаграммы состояния (фазового равновесия) сплавов | ОПК-5, ПК-7, ПК-8                             | Лекции<br>СРС<br>Практические занятия | Тесты<br>С<br>Отчет о ПЗ | Тестовые задания по теме<br>Вопросы по разделу 2<br>собеседования<br>Работы в МУ-1 |
| 3     | Основы теории термической обработки               | ОПК-10, ПК-7, ПК-8                            | Лекции<br>СРС<br>Практические занятия | Тесты<br>С<br>Отчет о ПЗ | Тестовые задания по теме<br>Вопросы по разделу 3<br>собеседования<br>Работы в МУ-1 |
| 4     | Технология термической обработки стали            | ОПК-2, ПК-4, ПК-5                             | Лекции<br>СРС<br>Практические занятия | Тесты<br>С<br>Отчет о ПЗ | Тестовые задания по теме<br>Вопросы по разделу 4<br>собеседования<br>Работы в МУ-1 |
| 5     | Поверхностное упрочнение стальных изделий         | ОПК-12, ПК-7, ПК-8                            | Лекции<br>СРС<br>Практические занятия | Тесты<br>С<br>Отчет о ПЗ | Тестовые задания по теме<br>Вопросы по разделу 5<br>собеседования<br>Работы в МУ-1 |



|   |  |                          |   |                                  |  |
|---|--|--------------------------|---|----------------------------------|--|
| 6 | Методы повышения конструкционной прочности сталей и сплавов            | ОПК-14,<br>ПК-7,<br>ПК-8 | Лекции<br><br>СРС<br><br>Практические занятия | Тесты<br><br>С<br><br>Отчет о ПЗ | Тестовые задания по теме<br>Вопросы по разделу 6<br>собеседования<br>Работы в МУ-1 |
| 7 | Порошковые материалы   | ОПК-16,<br>ПК-4,<br>ПК-5 | Лекции<br><br>СРС<br><br>Практические занятия | Тесты<br><br>С<br><br>Отчет о ПЗ | Тестовые задания по теме<br>Вопросы по разделу 7<br>собеседования<br>Работы в МУ-1 |
| 8 | Свойства и применение сплавов цветных металлов при низких температурах | ОПК-2,<br>ПК-7,<br>ПК-8  | Лекции<br><br>СРС<br><br>Практические занятия | Тесты<br><br>С<br><br>Отчет о ПЗ | Тестовые задания по теме<br>Вопросы по разделу 8<br>собеседования<br>Работы в МУ-1 |
| 9 | Общая характеристика покрытий и способов их нанесения                  | ОПК-5,<br>ПК-4,<br>ПК-5  | Лекции<br><br>СРС<br><br>Практические занятия | Тесты<br><br>С<br><br>Отчет о ПЗ | Тестовые задания по теме<br>Вопросы по разделу 9<br>собеседования<br>Работы в МУ-1 |

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Примеры тестовых заданий по дисциплине

#### 1. Сплавы - это

- сложные вещества, полученные сплавлением нескольких элементов
- элементы или химические соединения, образующие сплав
- форма, размеры и характер взаимного расположения фаз

#### 2. Компоненты - это

- однородная часть сплава, характеризующуюся определенным составом, свойствами, типом кристаллической решетки и отделенную от других частей сплава поверхностью раздела
- форма, размеры и характер взаимного расположения фаз
- элементы или химические соединения, образующие сплав

#### 3. Фаза - это

- форма, размеры и характер взаимного расположения фаз
- однородная часть сплава, характеризующуюся определенным составом, свойствами, типом кристаллической решетки и отделенную от других частей сплава поверхностью раздела
- элементы или химические соединения, образующие сплав

4. Структура сплава - это
- форма, размеры и характер взаимного расположения фаз
  - однородная часть сплава, характеризующуюся определенным составом, свойствами, типом кристаллической решетки и отделенную от других частей сплава поверхностью раздела
  - элементы или химические соединения, образующие сплав
5. В сплавах невозможно образование следующих фаз
- жидких растворов
  - твердых чистых металлов
  - газов
6. В твердом состоянии компоненты не могут образовывать жидкие растворы
- механические смеси, представляющие собой смесь двух или нескольких фаз
  - химические соединения, когда компоненты вступают в химические взаимодействия
  - твердые растворы, когда один компонент растворяется в другом
7. Если элементы, входящие в состав сплава, при затвердевании из жидкого
- состояния не растворяются друг в друге и не взаимодействуют, то образуется механическая смесь
  - раствор
  - химическое соединение
8. Если же элементы, составляющие сплав, взаимодействуют друг с другом, то образуются
- раствор
  - химические соединения
  - механическая смесь
9. Когда атом металла отдает валентные электроны и становится положительным ионом, а атом неметалла (например, кислорода, серы) принимает их на свою внешнюю оболочку и становится отрицательным ионом, то образуется
- Фазы с ионным типом связи
  - Фазы внедрения
  - Электронные соединения
10. В результате взаимодействия железа, марганца, хрома, вольфрама, молибдена и других металлов с неметаллами с малым атомным диаметром - углеродом, азотом, бором и водородом образуются
- Фазы с ионным типом связи
  - Электронные соединения
  - Фазы внедрения

Вопросы собеседования по разделу (теме) 1 Фазы и структура металлических сплавов:

1. Что называют структурой металлов и сплавов?
2. Что называют фазовым составом?
3. В каких случаях образуется механическая смесь?
4. В каких случаях образуются химические соединения?
5. Что называют твердыми растворами?

Полностью оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная и дополнительная учебная литература**

Основная:

1. Агеев, Е. В. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов [Электронный ресурс] : учебное пособие : [для студентов и аспирантов машиностроительных направлений подготовки всех форм обучения] / Е. В. Агеев, Д. А. Чумак-Жунь, А. Ю. Алтухов ; Юго-Зап. гос. ун-т (Курск). - Электрон. текстовые дан. (5352 КБ). – Курск : ЮЗГУ, 2014. – 238 с.

2. Материаловедение и технологии конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. – 268 с. – Режим доступа: biblioclub.ru.

Дополнительная:

3. Спецглавы металловедения [Электронный ресурс]: курс лекций / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Е.В. Агеев, А.С. Переверзев. – Курск: ЮЗГУ, 2018. – 206 с.

4. Металлография металлов, порошковых материалов и покрытий, полученных электроискровыми способами [Текст] : монография / В. Н. Гадалов [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Юго-Западный государственный университет. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 468 с.

5. Андриевский, Р.А. Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.А. Андриевский. - эл. изд. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 105 с. – Режим доступа: biblioclub.ru.

6. Гарифуллин, Ф.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ф.А. Гарифуллин, Р.Ш. Аюпов, В.В. Жилияков ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань : Издательство КНИТУ, 2013. – 248 с. – Режим доступа: biblioclub.ru.

### **7.2 Перечень методических указаний**

1. Спецглавы металловедения [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Е.В. Агеев, А.С. Переверзев. – Курск: ЮЗГУ, 2018. – 74 с.

### **7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

1. [http:// window.edu.ru](http://window.edu.ru)

2. <http://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».

3. <http://www.consultant.ru> - Официальный сайт компании «Консультант Плюс»

### **7.4 Перечень информационных технологий**

Операционная система Windows (договор IT000012385); Microsoft Office 2016 (Лицензионный договор №S0000000722 от 21.12.2015 г. с ООО «АйТи46», лицензионный договор №K0000000117 от 21.12.2015 г. с ООО «СМСКанал»); LibreOffice (Бесплатная, GNU General Public License); Kaspersky Endpoint Security Russian Edition (Лицензия 156А-160809-093725-387-506).

### **7.5 Другие учебно-методические материалы**

В учебном процессе используются учебные кинофильмы, презентации, плакаты, а также отраслевые научно-технические журналы:

«Металловедение и термическая обработка металлов»; «Технология металлов»; «Металлы»; «Цветные металлы»; «Все материалы. Энциклопедический справочник»; «Материаловедение»; «Сталь»; «Электрометаллургия».

**Справочники:**

1. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.; Под общ. ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
2. Краткий справочник металлста / Под общ. ред. П.Н. Орлова, Е.А. Скороходова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 960 с.
3. Термическая обработка сплавов: Справочник / Фиргер В.И. – : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1982. – 304 с
4. Конструкционные материалы: Справочник / Под ред. Б.Н. Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990. – 688 с.
5. Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы: Справ, изд. / А.П. Шлямнев. и др. – М.: Интермет Инжиниринг. – 2000. – 232 с.
6. Марочник сталей и сплавов / М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Каширский и др.; Под ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. – 672 с.

## **8 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Столы стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска; набор демонстрационных плакатов. Проекционный экран. Мультимедиа центр: ноутбук (переносной) ASUS X50VL PMD-T2330/14"/1024Mb/160Gb/сумка/проектор inFocus IN24+ (39945,45).

**9 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу**

| № изменения | Номера страниц |            |                |       | Всего страниц | Дата | Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения |
|-------------|----------------|------------|----------------|-------|---------------|------|--|
|             | измененных     | замененных | аннулированных | новых |               |      |  |
|             |                |            |                |       |               |      |  |

**Перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Характеристика основных фаз в сплавах.
2. Структура сплавов.
3. Диффузия и структура сплавов.
4. Пути упрочнения сталей и сплавов
5. Условия и методика построения диаграмм состояния.
6. Основные типы диаграмм состояния.
7. Неравновесная кристаллизация и перекристаллизация сплавов.
8. Связь между свойствами сплавов и типом диаграмм состояния.
9. Понятие о диаграммах состояния тройных сплавов.
10. Общие сведения теории термической обработки.
11. Классификация видов термической обработки стали.
12. Превращения в стали при нагреве.
13. Образование аустенита.
14. Диффузионные превращения аустенита при охлаждении стали.
15. Диаграмма изотермического превращения аустенита.
16. Мартенситное превращение аустенита.
17. Промежуточное (бейнитное) превращение аустенита.
18. Изотермическое превращение аустенита в легированных сталях.
19. Превращение аустенита при непрерывном охлаждении.
20. Термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита.
21. Превращения при отпуске закаленной стали.
22. Технология отжига стали.
23. Технология закалки стали.
24. Технология отпуска стали.
25. Упрочнение поверхности методом пластического деформирования.
26. Поверхностная закалка.
27. Химико-термическая обработка стали.
28. Технология производства чистой стали.
29. Формирование структуры дисперсными выделениями.
30. Комбинированное термомеханическое воздействие.
31. Регулирование размеров зерна термоциклированием.
32. Общие сведения о порошковых материалах.
33. Конструкционные материалы.
34. Антифрикционные материалы.
35. Фрикционные материалы.
36. Пористые фильтрующие элементы.
37. Инструментальные порошковые стали.
38. Карбидостали.
39. Алюминий и его сплавы.
40. Титан и его сплавы.
41. Медь и ее сплавы.
42. Основы выбора конструкционных материалов для работы при низких температурах.
43. Характеристика и способы нанесения металлических покрытий.
44. Характеристика и способы нанесения цинковых покрытий.
45. Характеристика и способы нанесения алюминиевых покрытий.
46. Характеристика и способы нанесения оловянных и хромсодержащих покрытий.
47. Наплавка износостойкими материалами.
48. Осаждение в вакууме или из газовой фазы.