

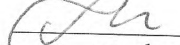


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы аспирантуры

 А.Л. Каменева  
д.т.н., профессор кафедры ИТМ

« 17 » « 05 » 2022г.

**Рабочая программа дисциплины «Методы и средства контроля  
структуры, строения, состава и напряженного состояния поверхностного  
слоя детали» по программе аспирантуры**

Научная специальность	2.6.17. Материаловедение
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Объемная и поверхностная обработка металлов и сплавов
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Инновационные технологии машиностроения .....
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Виды контроля с указанием семестра: Зачет: 3 Диф.Зачет: Экзамен:	

Пермь 2022

**1. Общие положения**

## 1. Общие положения

Программа дисциплины «Методы и средства контроля структуры, строения, состава и напряженного состояния поверхностного слоя детали» разработана на основании следующих нормативных документов:

### 1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Методы и средства контроля структуры, строения, состава и напряженного состояния поверхностного слоя детали» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

**1.1 Цель учебной дисциплины** – изучение аспирантами сущности корреляционных связей между химическим составом, структурой, строением и свойствами в поверхностных слоях сталей при объемной и поверхностной обработке деталей.

### 1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы и средства контроля структуры, строения, состава и напряженного состояния поверхностного слоя детали» является дисциплиной по выбору образовательного компонента плана аспиранта.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- основные сведения о методах и средствах контроля качества рабочих поверхностей деталей;
- разрушающие и неразрушающие методы контроля поверхностного слоя.

### **Уметь:**

- рассчитывать и анализировать основные характеристики структуры и строения металлов и сплавов;
- пользоваться справочной технической литературой для проведения расчетов и выбора необходимого материала по заданным условиям эксплуатации деталей.

### **Владеть:**

- навыками работы на отечественном и зарубежном лабораторном оборудовании для определения характеристик поверхностного слоя детали;
- навыками выбора эффективного оборудования и оснастки для оценки состояния поверхностного слоя детали.

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	39
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	32
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	7
	Самостоятельная работа (СР)	69
	Форма итогового контроля:	зачет

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Разрушающие методы и средства контроля структуры поверхностного слоя детали.

(Л – 0, ПР - 10, СР – 25)

Тема 1. Микроскопический анализ металлов и сплавов. Способы исследования структуры металлов и сплавов. Фрактографический и металлоструктурный методы анализа. Количественная металлография.

Тема 2. Рентгеноструктурный анализ металлов и сплавов. Особенности применения методов металлофизического анализа состояния рабочих поверхностей. Дифракционные методы анализа. Уравнение Вульфа-Брэгга. Рентгеноструктурный анализ металлов и сплавов. Особенности применения методов металлофизического анализа состояния рабочих поверхностей. Дифракционные методы анализа. Уравнение Вульфа-Брэгга.

Раздел 2. Неразрушающие методы и средства контроля строения поверхностного слоя детали.

(Л – 0, ПР - 10, СР – 25)

Тема 3. Неразрушающие методы контроля. Особенности применения неразрушающих методов контроля. Надежность технологических процессов, оперативные характеристики и интегральные критерии эффективности формирования ПС с точки зрения системы неразрушающего контроля рабочих поверхностей деталей. Радиационный неразрушающий контроль: рентгеновское излучение и  $\gamma$ -излучение. Капиллярный метод контроля. Методы контроля проникающими веществами: пенетрация. Методика контроля. Капиллярный метод, методы течеискания. Методы электрического и магнитного контроля. Электрический и магнитный контроль. Методы измерения напряженности магнитного поля. Феррозонды, датчик Холла, магнитный диод. Магнитная дефектоскопия. Принцип измерения электрического потенциала зондовым методом. Методы вихретокового и ультразвукового контроля. Физические основы. Классификация волн. Получение и обнаружение ультразвука. Методы ультразвукового контроля. Методы и средства звуковидения. Вихретоковый контроль. Магнитная и токовихревая интроскопия.

Тема 4. Спектральный анализ металлов и сплавов. Основа спектрального анализа. Стационарные и переносные стилоскопы. Основа рентгеноспектрального анализа. Микроанализаторы. Определение состава фаз сплава и характеристик диффузионной подвижности атомов. Эмиссионный спектральный анализ. Лазерный спектральный микроанализ.

Раздел 3. Методы и средства контроля напряженного состояния поверхностного слоя детали.

(Л – 0, ПР - 12, СР – 19)

Тема 5. Неразрушающие и разрушающие методы определения остаточных напряжений. Физические методы определения остаточных напряжений: рентгеновский метод; методы, основанные на измерении магнитных шумов Баркгаузена; метод амплитудно-фазовых характеристик; методы, основанные на изменении электромагнитных свойств металла под действием напряжений; метод, основанный на измерении ядерного гамма резонанса (эффект Мессбауэра); ультразвуковые методы; метод индентора; поляризационно-оптические методы. Механические методы определения остаточных напряжений. Химические методы определения остаточных напряжений: электрохимическое или химическое травление. Индикаторные, оптические приборы, тензометрия, индуктивные и токовихревые датчики, механотроны, голографическую технику, хрупкие покрытия и др.

#### 4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	4	Определение состава поверхностного слоя детали	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	5	Оформление отчета по результатам оценки напряженного состояния поверхностного слоя детали	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	3	Неразрушающие методы контроля качества поверхностного слоя детали.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	5	Неразрушающие методы определения остаточных напряжений.	Творческое задание	Темы творческих заданий
	5	Разрушающие методы определения остаточных напряжений.		

## 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Методы и средства контроля структуры, строения, состава и напряженного состояния поверхностного слоя детали» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. 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, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

### 6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	<i>Каменева А. Л. Изучение функциональных свойств многослойных пленок на основе двух- и трехкомпонентных нитридов тугоплавких металлов и их соединений с легкоплавкими металлами и неметаллами : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020. 210 с.</i>	5+ЭБ
2	<i>Эволюция представлений о структурных зонах поликристаллических наноструктурированных плёнок, формируемых методами вакуумных технологий : монография / А. Л. Каменева ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 .— 188 с.</i>	6 +ЭБ
3	<i>Мокрицкий Б.Я. Технологическое обеспечение упрочнения и оценки качества металлорежущего инструмента : учебник / Б. Я. Мокрицкий, С. Н. Григорьев, А. Г. Схиртладзе .— Старый Оскол : ТНТ, 2016 .— 367 с.</i>	3
4	<i>Барактин Б.К. Металлы и сплавы. Анализ и исследование. Физико-аналитические методы исследования металлов и сплавов. Неметаллические включения : справочник / Б.К. Барактин, А.М. Немец ; Под ред. И.П. Калининна .— СПб : Проффессионал, 2006 .— 487 с .</i>	4
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебно-методические, научные издания</b>		
1	<i>Элионная технология в микро- и микроиндустрии: Неразрушающие методы контроля процессов осаждения и травления наноразмерных плёночных гетерокомпозиций : учебное пособие / Г. Д. Кузнецов [и др.] ; Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", Кафедра технологии материалов электроники .— Москва : Издат. дом МИСиС, 2012 .— 121 с.</i>	2



№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2	Барахтин Б.К. <i>Металлы и сплавы. Анализ и исследование. Физико-аналитические методы исследования металлов и сплавов. Неметаллические включения : справочник</i> / Б.К. Барахтин, А.М. Немец ; Под ред. И.П. Калининна .— СПб : Профессионал, 2006 .— 487 с .	4
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	<i>Упрочняющие технологии и покрытия = Strengthening Technologies and Coatings : научно-технический и производственный журнал / Издательство "Машиностроение" .— Москва : Машиностроение, 2005- . — В вузах: ПНИПУ 2011-2014. — Издаётся с 2005 года .— Ежемесячное.</i>	
2	<i>Реферативные журналы «Металлургия», «Машиностроение»</i>	
3	<i>«Заводская лаборатория»</i>	
4	<i>«Известия вузов». Серии «Чёрная металлургия», «Цветная металлургия»</i>	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	<i>Не предусмотрены</i>	
<b>2.4 Официальные издания</b>		
1	<i>Не предусмотрены</i>	

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

### 6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

<https://www.freepatentsonline.com/8216702.pdf>, <https://www.dissercat.com/>  
<https://escholarship.org/uc/item/85t453d2> <https://e.lanbook.com/> <https://www.fips.ru/elektronnye-servisy/> <https://findpatent.ru/>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

elibrary, Scopus, Web of science.

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5

1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть).....	18	Оперативное управление	2126 АДФ
2	Электронный проектор “NEC M300X”	1	Оперативное управление	2126 АДФ
3	Система универсальная электромеханическая Instron 5882	1	Оперативное управление	лаборатории ЦЭМ - 100, 101а, 101б, 103, 104, к.Д
4	Электромеханический ударный измерительный стенд-копер для проведения динамических испытаний на удар CEAST 9350	1	Оперативное управление	
5	Специализированная сервоэлектрическая испытательная машина для проведения испытаний на термомеханическую	1	Оперативное управление	
6	Цифровая система для видео анализа и измерения деформации Vic-3D (Correlated solutions)	1	Оперативное управление	

## **8. Фонд оценочных средств**

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

### **8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.**

#### **Текущий контроль**

Текущий контроль проводится в виде собеседования или (и) дискуссии с научным руководителем.

#### **Промежуточная аттестация**

Итоговой оценкой результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного выступления с научным докладом на семинаре. Аспирант должен представить не менее одного научного доклада и не менее двух кратких выступлений (выступление на заданную тему, рецензирование, оппонирование, изложение точки зрения).

### **8.2. Шкалы оценивания результатов обучения:**

Оценка результатов обучения по дисциплине «Методы и средства контроля структуры, строения, состава и напряженного состояния поверхностного слоя детали» проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл. 5.

Таблица 5

## Шкала и критерии оценки результатов обучения на зачете

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
<i>Зачтено</i>	Аспирант уверенно или менее уверенно выступил с устным докладом на научном семинаре. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала, показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	Аспирант неуверенно выступил с устным докладом на научном семинаре или не подготовил доклад. При ответах аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов и неточностей. Проявил частично освоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.

### 9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

### 10. Типовые вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки освоения дисциплины

#### 10.1 Типовые творческие задания:

1. Изучение структуры материала разрушающими методами контроля.
2. Изучение структуры материала неразрушающими методами контроля.
3. Изучение напряженного состояния материала разрушающими методами контроля
4. Изучение напряженного состояния материала неразрушающими методами контроля
5. Интерпретация результатов исследования структуры материала на оптическом микроскопе.
6. Интерпретация результатов исследования структуры материала на электронном микроскопе.
7. Интерпретация результатов исследования фазового и элементного состава материала рентгеноструктурным и рентгенофазовым анализами.

.....



**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		