

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности



С.Т. Князев  
2020 г.



## ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ



Учебный план № 7579

Рекомендована Учебно-методическим советом ИНМТ  
для направлений подготовки и специальностей:

Код ОХОП	Направление	Программа магистратуры	Код ИГА по учебному плану
<i>22.04.01/33.04</i>	Материаловедение и технологии материалов	Материаловедение и технология конструкционных материалов	Б3.1

Екатеринбург, 2020

Программа итоговой государственной аттестации составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Попов Артемий Александрович	Профессор, д.т.н.	Зав.кафедрой	ТОФМ	
2	Корниенко Ольга Юрьевна	Доцент, к.т.н.	доцент	ТОФМ	

Руководитель модуля



А. А. Попов

Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий

Протокол №\_1-12\_ от 11.12.2019 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ



Р.Х. Токарева

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ

Программа итоговой государственной аттестации составлена в соответствии с СУОС УрФУ в области образования ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО, ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ, утвержденным приказом ректора УрФУ № 1069/03 от 28.12.2018.

Код направления/ специальности и код уровня* освоения ООП	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа ректора УрФУ	
		Дата	Номер приказа
22.04.01	Материаловедение и технологии материалов	28.12.2018	1069/03

### 1.1. Цель итоговой государственной аттестации

Целью итоговой государственной аттестации является сформированность компетенций, способности и готовности выпускника выполнять профессиональные задачи в сфере профессиональной деятельности и соответствия его подготовки требованиям, заявленными в ОХОП Материаловедение и технология конструкционных материалов.

В результате освоения программы магистратуры 22.04.01/33.04 Материаловедение и технология конструкционных материалов у выпускников должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

**Универсальные компетенции** (табл. 1):

Таблица 1.

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальных компетенций выпускника образовательной программы
Системное и критическое мышление	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
Разработка и реализация проектов	УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Командная работа и лидерство	УК-3 - Способен организовать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели
Коммуникация	УК-4 - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
Межкультурное взаимодействие	УК-5 - Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6 - Способен определять и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

**Общепрофессиональные компетенции (табл. 32):**

Таблица 2.

<b>Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций</b>	<b>Код и наименование общепрофессиональных компетенций выпускника образовательной программы</b>
Применение фундаментальных знаний	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания
Инженерные исследования и изыскания	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа
Инженерные исследования и изыскания	ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов
Проектирование и разработка технических объектов и технологий	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений
Создание и модернизация технических объектов и технологий	ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности
Эксплуатация технических объектов и технологических процессов	ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта
Планирование и управление жизненным циклом технических объектов	ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации

Профессиональные компетенции выпускников образовательной программы, разработанные на основе соответствующих профессиональных стандартов (при наличии), а также на основе анализа требований к профессиональным компетенциям выпускников образовательной программы, предъявляемым на региональном рынке труда, обобщения зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, иных источников.

Таблица 4.

<b>Наименование образовательной программы</b>	<b>Тип (типы) задач профессиональной деятельности</b>	<b>Профессиональные компетенции, формируемые в рамках образовательной траектории ОП / образовательной программы, соответствующие типам задач</b>	<b>Код(ы) профессиональных стандартов, код(ы) обобщенных трудовых функций/трудовых функций, с которыми связана компетенция</b>
Материаловедение и технология конструкционных материалов	Научно-исследовательский тип задач	<p>ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения</p> <p>ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</p>	ПС 40.005, ОТФ/ТФ В/01.7; В/05.7; В/06.7; С/02.7; С/03.7; С/07.7; С/08.7

	<p>Научно-исследовательский тип задач</p>	<p>ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</p>	<p>ПС 40.118, ОТФ/ТФ D/01.7; D/03.7; D/04.7</p>
	<p>Организационно-управленческий</p>	<p>ПК-3 - Способен организовать, координировать и контролировать производственную деятельность по созданию конструкционных материалов и их исследований</p>	<p>ПС 40.004, ОТФ/ТФ A/01.7; A/03.7</p>
	<p>Научно-исследовательский тип задач</p>	<p>ПК-4 - Способен проводить исследования видов брака конструкционных материалов и изделий из них, устанавливать природу их появления и способы устранения, разрабатывать предложения по повышению качества продукции на основе результатов исследований</p>	<p>ПС 40.010, ОТФ/ТФ В/02.6; С/01.7</p>

	Проектно-технологический тип задач	ПК-5 - Способен разрабатывать документацию, предназначенную для описания технологических процессов создания конструкционных материалов и изделий из них, контроля и измерения их свойств и испытаний	ПС 26.006, ОТФ/ТФ D/01.7; D/02.7; D/04.7; D/05.7; D/06.7
	Научно-исследовательский	ДКп-1 Способен анализировать и систематизировать научно-техническую и патентную информацию.	ПС 40.010, ОТФ/ТФ В/01.6; С/02.7
	Научно-исследовательский	ДКп-2 Способен использовать специальную литературу и другие информационные данные, в том числе на иностранном языке, для решения профессиональных задач.	ПС 40.118, ОТФ/ТФ D/01.7; D/03.7; D/04.7

Все запланированные результаты обучения (компетенции) обучающиеся должны будут по окончании обучения продемонстрировать в виде продуктов учебной деятельности (практических, исследовательских работ, НИОКР и прочих), личной эффективности и межличностных коммуникаций, и оценены. Для каждого результата обучения по модулям (дисциплинам), практикам и государственных аттестационных испытаний определены критерии и процедура оценки его достижения.

## **1.2. Задачи итоговой государственной аттестации**

Задачами итоговой государственной аттестации являются проверка соответствия уровня сформированности результатов обучения (общекультурных и профессиональных компетенций) и составляющих их знаний, умений и опыта применения, требованиям к результатам освоения ОП, заявленным в ОХОП Маатриалвөөдөнө и технология конструкционных материалов по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.

### 1.3. Требования к структуре итоговой государственной аттестации

#### 1.3.1. Итоговая государственная аттестация включает в себя:

- подготовку выпускной квалификационной работы;
- защиту выпускной квалификационной работы в форме магистерской диссертации;
- государственный экзамен.

**Форма проведения государственного экзамена - письменный**

### 1.4. Требования к процедуре итоговой государственной аттестации

Требования к порядку планирования, организации и проведения ИГА, к структуре и форме документов по организации ИГА сформулированы в утвержденной в УрФУ документированной процедуре «Итоговая государственная аттестация выпускников» (СМК-ДП-8.2А-02-2010)).

### 1.5. Трудоемкость итоговой государственной аттестации:

Общая трудоемкость итоговой государственной аттестации составляет

**Модульная структура образовательной программы 22.04.01/33.04** Материаловедение и технология конструкционных материалов

Структура образовательной программы		Объем программы (з.е.)
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	9
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	8
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	1

### 1.6. Время проведения итоговой государственной аттестации

Итоговая государственная аттестация проводится в сроки, установленные учебно-производственным графиком, утвержденным в УрФУ.

### 1.7. Требования к оцениванию компетенций в рамках итоговой государственной аттестации

Объективная оценка уровня соответствия компетенций обеспечивается системой разработанных критериев (показателей) оценки, уровней освоения компетенций и методов (средств) оценивания.

Критерии оценки утверждены на заседании кафедры от «14» \_мая\_ 2015\_ г., протокол № 05

## 2. ТРЕБОВАНИЕ К СОДЕРЖАНИЮ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 2.1. Тематика выпускной квалификационной работы

Тематика ВКР магистрантов выбирается в соответствии с научно-исследовательской деятельностью кафедры, в рамках грантов, хоздоговорных работ, по согласованию с предприятиями-работодателями.

Обобщенные темы ВКР могут быть следующими:

Влияние термической обработки на структуру и свойства материала

Оценка структуры и свойств материалов

Исследование влияния структуры на свойства материала



Изучение структуры и свойств нового материала  
Исследование кинетики превращений в металлических материалах  
Особенности упрочнения материалов  
Получение материалов с заданными свойствами  
Влияние различных методов воздействия на структуру и свойства материалов

## 2.2. Тематика государственного экзамена [указывается при наличии]

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Предложите 2-3 стали и выберите наиболее подходящую для изготовления болтов с условным обозначением «Болт М8 – 6g·20.109 (S13) ГОСТ 7805». Выбор обоснуйте. Опишите технологию изготовления указанных изделий, требуемые микроструктуру и свойства готовых изделий. Какие методы исследования необходимо применить в данном случае для контроля микроструктуры и свойств? Опишите каждый из них.
2. Как повысить прочность титанового сплава ВТ1-0 до уровня  $\sigma_{в} \geq 1000 \text{ МПа}$ ? Приведите несколько принципиальных схем.
3. Природа контраста на изображении кристаллического образца в ПЭМе и РЭМе.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Для изготовления облегченных сварных металлических конструкций требуется легкий деформируемый сплав, имеющий следующие механические свойства:  $\sigma_{в} \geq 190 \text{ МПа}$ ,  $\delta \geq 11\%$ . Выбрать марку сплава, его обработку. Какую структуру должен иметь сплав? Обосновать необходимость получения мелкозернистой структуры и указать за счет чего она формируется в сплаве. Описать способы определения балла зеренной структуры.
2. Обосновать выбор поверхностной упрочняющей обработки для шестерней, выполненных из стали 18ХГТ. Является ли данная операция окончательной в полном цикле термической обработки изделия? Привести основные методы контроля качества на данном этапе обработки.
3. Предложить методику исследования тонкой структуры образцов из стали 38ХСФ после закалки и отпуска при  $600^{\circ}\text{C}$ .

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Предложите 2-3 стали и выберите наиболее подходящую для изготовления шестигранных гаек с условным обозначением «Гайка М8 – 6Н.9 ГОСТ 5927». Выбор обоснуйте. Опишите технологию изготовления указанных изделий, требуемые микроструктуру и свойства готовых изделий. Какие методы исследования необходимо применить в данном случае для контроля микроструктуры и свойств? Опишите каждый из них.
2. Как повысить прочность алюминиевого сплава АМг6 до уровня  $\sigma_{в} \geq 600 \text{ МПа}$ ? Приведите несколько принципиальных схем.
3. Какими методами электронной растровой микроскопии можно определить ориентационное соотношение между фазами? Какие преимущества и недостатки перед другими методами?

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Предложите 2-3 стали и выберите наиболее подходящую для изготовления плоских шайб с условным обозначением «Шайба 2.8.11 ГОСТ 11371». Выбор обоснуйте.

- Опишите технологию изготовления указанных изделий, требуемые микроструктуру и свойства готовых изделий. Какие методы исследования необходимо применить в данном случае для контроля микроструктуры и свойств? Опишите каждый из них.
- При определении химического состава стали, методом МРСА, были получены результаты, в которых количество углерода и азота завышено. Объясните, почему и какова величина ошибки определения этих элементов?
  - Объясните пик на термограмме нагрева аморфного сплава  $Al_{88}Ni_6Y_6$ .

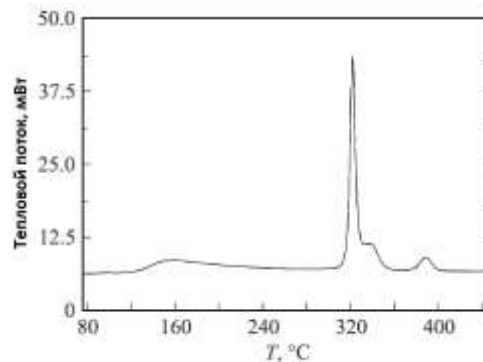


Рис. Термограмма аморфного сплава  $Al_{88}Ni_6Y_6$ .

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

- Опишите структуру стали 40ХГСФ после улучшения ( $t_{ЗАК} = 850^{\circ}C + \text{отпуск } t = 550^{\circ}C$ ). Какие специальные карбиды образуются в этой стали при отпуске, их кристаллические решетки? Рассмотрите методы определения склонности данной стали к обратимой отпускной хрупкости. Укажите возможные причины появления отпускной хрупкости в данной стали и физические методы их выявления.
- Как с помощью рентгеноспектрального микроанализа исследовать состав, распределение химических элементов, морфологию неметаллических включений в сталях и сплавах?
- Приведите основные методы защиты медицинского инструмента от коррозии. Укажите основные методы контроля качества покрытий.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

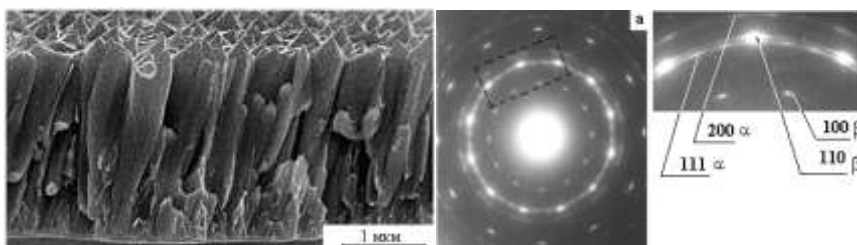
- Прутки диаметром 50 мм из стали 45Х5МСФ подвергнуты закалке и отпуску на  $600^{\circ}C$ . Какими предположительно могут быть механические свойства стали после такой обработки? Составьте план исследования влияния температуры отпуска на механические свойства, структуру и фазовый состав стали. Изобразите графически влияние температуры отпуска на механические свойства закаленной стали 45Х5МСФ.
- В исследуемом образце металла существует химическая неоднородность, в каком режиме работы РЭМ можно получить изображение, на котором будет явно видно, как качественно распределены химические элементы? Объясните принцип формирования контраста.
- Обоснуйте методы упрочнения поверхности твердосплавных изделий (сверл, пластин для резания). Привести основные методы контроля качества покрытий.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Для изготовления облицовки летательного аппарата требуется легкий жаропрочный металлический материал с плотностью ниже  $3 \text{ г/см}^3$ , температурой работы выше  $300^\circ\text{C}$ .  
Предложите марку материала и опишите основные операции его получения и обработки. Укажите, какие при этом будут получены механические свойства при комнатной и повышенных температурах. Кратко опишите особенности структуры материала и объясните причины его термической стабильности.
2. Возникла задача исследовать на РЭМ непроводящий электричество объект, как это можно сделать, не прибегая к дополнительным методикам пробоподготовки? Объясните Ваш выбор.
3. Обосновать выбор поверхностной упрочняющей обработки для гильз, выполненных из стали 38Х2МЮА. Является ли данная операция окончательной в полном цикле термической обработки изделия? Привести основные методы контроля качества для данной обработки.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. Предложить режим обработки, приводящий к повышению пластических свойств матрицы композита на основе силумина АК12 (АЛ12). Обосновать методики исследования для оценки: а) размера эвтектических колоний; б) кристаллической структуры фазовых составляющих и ее периодов  
Какие изменения произойдут в структуре сплава в виде грубопластинчатой эвтектики при его нагреве чуть ниже температуры эвтектики?
2. Предельно разрешаемые расстояния на изображении, получаемом в световом микроскопе, в ПЭМе, РЭМе. Чем они лимитируются? Каково полезное увеличение этих приборов?
3. Объясните взаимосвязь структуры и дифракционной картины.



### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

1. Оценить комплекс свойств волокнистого композиционного материала – ВКМ (прочность, модуль упругости, удельная прочность, удельная жесткость) с матрицей из сплава АК9 в термически упрочненном состоянии и наполнителем из углеродного волокна (объемная доля 50%). Предложить способ изготовления трубчатых полуфабрикатов ВКМ, привести возможные области применения. Основные свойства волокна в таблице.

Волокно	Плотность, $\text{кг/м}^3$	Модуль Юнга, ГПа	Прочность при растяжении, МПа
Углеродное	1860	380	2700

- Предложите метод восстановления нарушенной в процессе эксплуатации геометрии шейки вала, выполненного из стали 40Х (твердость поверхности 200... 250 НВ). Износ шейки свыше 0,1...0,2 мм. Привести основные методы контроля качества при выбранной обработке.
- Стоит задача исследовать химический состав неметаллических включений в стали методом МРСА. Какое ускоряющее напряжение на аноде электронной пушки Вы выберете? Объясните свой выбор.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10**

- Оценить комплекс свойств волокнистого композиционного материала – ВКМ (прочность, модуль упругости, удельная прочность, удельная жесткость) с матрицей из сплава ВТ1-00 и борным волокном (объемная доля 45%). Предложить способ изготовления плоских полуфабрикатов ВКМ, привести возможные области применения.

Волокно	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Модуль Юнга, ГПа	Прочность при растяжении, МПа
Борное	2500	395	3400

- Опишите основные преимущества и недостатки метода EBSD (ДОЭ) по сравнению с методами ПЭМ и РСФА?
- Предложите метод упрочнения поверхности крупногабаритных цельнокованых валков для холодной прокатки, выполненных из стали 9Х. Назовите основные варианты поверхностных дефектов, которые могут возникать при данной технологии.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11**

- Оценить комплекс свойств волокнистого композиционного материала – ВКМ (прочность, модуль упругости, удельная прочность, удельная жесткость) с матрицей из сплава ВТ6 в отожженном состоянии и наполнителем из углеродного волокна (объемная доля 40%). Предложить способ изготовления прутковых полуфабрикатов ВКМ, привести возможные области применения. Основные свойства волокна в таблице.

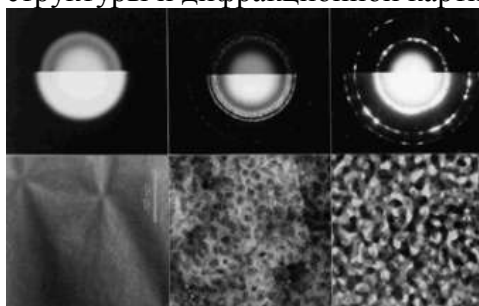
Волокно	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Модуль Юнга, ГПа	Прочность при растяжении, МПа
Углеродное	1860	380	2700

- Подробно объясните, чем определяется отличие локальности определения химического состава методом МРСА в ПЭМе и РЭМе?
- Обоснуйте методы упрочнения поверхности твердосплавных изделий (сверл, пластин для резания). Привести основные методы контроля качества покрытий.

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12**

- Для облегчения строительных конструкций требуется легкий конструкционный металлический материал с плотностью ниже 3 г/см<sup>3</sup>, и коэффициентом линейного расширения близким к стали.  
Предложите марку материала и основные режимы его получения и обработки.  
Укажите, какие при этом будут получены механические свойства при комнатной.

2. Напишите типы излучения, образующиеся при взаимодействии электронного пучка с образцом. Какую информацию об образце несет каждый тип излучения?
3. Объясните взаимосвязь структуры и дифракционной картины.



### **3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ**

#### **3.1. Рекомендуемая литература**

##### **3.1.1. Основная литература**

1. Организационно-технологическая документация ГПНТБ СО РАН. Справочно-информационная работа. Ч. 2: Руководства пользователям по работе с электронными ресурсами / Гос. публ. науч.-техн. б-ка [и др.] ; [отв. ред. Н. С. Редькина ; сост. Е. Ю. Артемьева [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: [ГПНТБ СО РАН], 2005. - 85 с.
2. Материаловедение: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. и специальностям в обл. техники и технологии / [Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин [и др.] ; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. - 7-е изд., стер. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. - 648 с.
3. Материаловедение и технология металлов: учебник для студентов вузов, обучающихся по машиностроит. специальностям / [Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин и др.] ; под ред. Г. П. Фетисова. - Изд. 4-е, испр. - Москва: Высшая школа, 2006. - 862 с.
4. Солнцев, Юрий Парфирьевич. Материаловедение: учеб. для студентов вузов, обучающихся по металлург., машиностроит. и общетехн. специальностям / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под ред. Ю. П. Солнцева. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2007. - 784 с.
5. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб. для студентов вузов по техн. специальностям / [О. С. Комаров, В. Н. Ковалевский, Л. Ф. Керженцева и др.] ; под общ. ред. О. С. Комарова. - 3-е изд., испр. и доп. - Минск: Новое знание, 2009. - 671 с.
6. Лахтин, Юрий Михайлович. Материаловедение: учеб. для техн. вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 5-е изд., стер. - Москва: Альянс, 2009. - 528 с.
7. Арзамасов, Владимир Борисович. Материаловедение: учебник / В. Б. Арзамасов, А. А. Черепяхин. - Москва: Экзамен, 2009. - 350 с.
8. Кекало И. Б. Атомная структура аморфных сплавов и ее эволюция: учебное пособие / И.Б. Кекало. – М.: Изд. «Учеба» МИСиС, 2006. – 340 с.
9. Воробьева Г.А. Инструментальные материалы/ Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, А.Ф. Леонов, В.К.Ерофеев. СПб.: Политехника, 2005. 268с.
10. Справочник по конструкционным материалам / под ред. Б.Н. Арзамасов, Т.В. Соловьевой. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 640с.

11. *Металловедение и термическая обработка стали и чугуна. Справ. в 3-х т./ под ред. А.Г. Рахштадта, Л.М. Капуткиной, С.Д. Прокошкина, А.В. Супова. М. Интермет Инжиниринг. 2005.*
12. *Рогов В.А., Соловьев В.В., Копылов В.В. Новые материалы в машиностроении, М.:РУДН, 2008. 324 с.*
13. *Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М., Физматлит, 2007. 416 с.*
14. *Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Издательский центр«Академия», 2005, 192с.*
15. *Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. М.: Академкнига, 2007, 398 с.*
16. *Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2005. –336 с.*
17. *И.П. Суздаев. Нанотехнология: физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006. 592 с.*
18. *Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы / Под. ред. Лучинина В.В., Таирова Ю.М. – М. Физматлит, 2006, 552 с.*
19. *Ананьин С.В., Ананьева Е.С., Маркин В.Б. Композиционные материалы. Учебное пособие. Часть 2. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2007. – 94 с.*

### ***3.1.2. Дополнительная литература***

1. *Организация системы НИРС в университете: опыт и научно-методическое обеспечение / А. И. Момот, А. П. Акатьев, В. В. Балашов [и др.] ; Науч.-исслед. ин-т высш. образования. - М.: НИИВО, 2002. - 72 с.*
2. *Материаловедение и технология металлов: Учебник для студентов вузов, обучающихся по машиностроит. специальностям / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2002. - 638 с.*
3. *Материаловедение: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. и специальностям в обл. техники и технологии / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др. ; Под ред. Б.Н. Арзамасова. - 4-е изд., стер. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 648 с.*
4. *Материаловедение: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. и специальностям в обл. техники и технологии / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др.; Под ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. - 5-е изд., стер. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 648 с.*
5. *Новые материалы / В. Н. Анциферов, Ф. Ф. Бездудный, Л. Н. Белянчиков и др. ; Под науч. ред. Ю. С. Карабасова. - М.: МИСИС, 2002. - 736 с.*
6. *Пасынков В. В. Материалы электронной техники: Учебник / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 5-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар: Лань, 2003. - 368 с.*
7. *Зоткин, Виктор Ефимович. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Материаловедение в машиностроении" и "Металловедение и терм. обраб. металлов" / В. Е. Зоткин. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2004. - 264 с.*
8. *Материаловедение: практикум / [В. И. Городниченко, Б. Ю. Давиденко, В. А. Исаев [и др.] ; под ред. С. В. Ржевской. - М.: Логос, 2004. - 272 с.*
9. *Скопинский, Вадим Николаевич. Сопротивление материалов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. дипломир. специалистов "Энергомашиностроение", "Машиностроит. технологии и оборудование", "Материаловедение, технологии материалов и покрытий", "Транспорт. машины и*

- транспорт.-технол. комплексы". Ч. 1 / В. Н. Скопинский, А. А. Захаров ; Моск. гос. индустр. ун-т. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: [МГИУ], 2004. - 137 с.
10. Золоторевский, Вадим Семенович. Металловедение литейных алюминиевых сплавов / В. С. Золоторевский, Н. А. Белов. - Москва: МИСИС, 2005. - 376 с.
  11. Филонов, Михаил Рудольфович. Теоретические основы производства аморфных и нанокристаллических сплавов методом сверхбыстрой закалки / М. Р. Филонов, Ю. А. Аникин, Ю. Б. Левин. - Москва: МИСИС, 2006. - 328 с.
  12. Давыдова И. С. Материаловедение: учебное пособие / И. С. Давыдова, Е. Л. Максина. - Москва: РИОР, 2006. - 240 с.
  13. Комаров, Герман Вячеславович. Соединения деталей из полимерных материалов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. магистров и дипломир. специалистов 150600 (551600) Материаловедение и технология новых материалов (специальность 150601 (07100) . и 150500 (651700) Материаловедение, технология материалов и покрытий специальность 150501 (120800) / Г. В. Комаров. - Санкт-Петербург: Профессия, 2006. - 592 с.
  14. Зоткин, Виктор Ефимович. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Материаловедение в машиностроении", "Металловедение и терм. обраб. металлов" / В. Е. Зоткин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2008. - 320 с.
  15. Содержание и оформление курсовых и дипломных проектов и работ: учеб. пособие для студентов всех форм обучения инженер. специальностей 150105, 150702, 150601, бакалавров и магистров по направлению 150600 - Материаловедение, технология материалов и покрытий / Урал. гос. техн. ун-т - УПИ ; [сост. Ю. Г. Эйсмонтт, И. К. Денисова ; науч. ред. Ю. В. Юдин]. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. - 48 с.
  16. Бобович, Борис Борисович. Неметаллические конструкционные материалы: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 150600 (651700) "Материаловедение, технологии материалов и покрытий" / Б. Б. Бобович ; Моск. гос. индустр. ун-т. - Москва: МГИУ, 2009. - 384 с.
  17. Кондратов, Александр Петрович. Технология материалов и покрытий: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям: 150601.65 - "Материаловедение и технология новых материалов", 261202.65 - "Технология полиграф. пр-ва" / А. П. Кондратов, Н. Н. Божко ; Моск. гос. ун-т печати. - Москва: МГУП, 2008. - 226 с.
  18. Прикладное материаловедение: учеб. пособие / Т. П. Евсеева, Н. Б. Иванов, И. Ю. Суркова [и др.] ; [под ред. В. Я. Базотова] ; Казан. гос. технол. ун-т. - Казань: КГТУ, 2007. - 336 с.
  19. Каллистер, Уильям Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамики, полимеры) / Уильям Д. Каллистер, мл., Дэвид Дж. Ретвич ; пер. с англ. 3-го изд. под ред. Малкина А. Я. - Санкт-Петербург: Научные основы и технологии, 2011. - 896 с.
  20. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях / В.А.Струк и др.- Москва: Интеллект, 2010.
  21. Стародубцев, Ю. Н. Магнитомягкие материалы : энциклопедический словарь-справочник / Ю. Н. Стародубцев . – М. : Техносфера, 2011 . – 664 с.
  22. Алиев, Исмаил Ибрагимович. Электротехнические материалы и изделия: справочник / И. И. Алиев, С. Г. Калганова. - М.: РадиоСофт, 2005. - 352 с.:
  23. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 1: Общие вопросы. Электротехнические материалы / под общ. ред. В. Г. Герасимова, А. Ф. Дьякова, Н. Ф. Ильинского [и др.]. - 10-е изд., стер. - Москва: МЭИ, 2007. - 440 с.

24. Кекало И.Б., Самарин Б.А. Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами: Учебник. М.: Металлургия, 1980. 319 с.
25. Лившиц Б.Г., Краношин В.С., Липецкий Л.Л. Физические свойства металлов и сплавов: Учебник. М.:Металлургия, 1980. 319 с.
26. Особенности фазовых превращений при нагреве и охлаждении сталей: Учебное пособие / В.М.Фарбер. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1992. 116 с.
27. Специальные стали: Методические указания и контрольная работа по конструкционным сталям / В.Ф.Сенкевич. Свердловск: изд.УПИ, 1984. 20 с.
28. Количественная оценка предела текучести по параметрам микроструктуры: Методические указания по курсу «Прочность сплавов» / Б.М.Бронфин. Свердловск: изд.УПИ, 1983. 19 с.
29. Электросопротивление металлов и сплавов. Методические указания к лабораторной работе / И.К.Денисова. Екатеринбург:УГТУ-УПИ, 2000. – 10 с.
30. Физическое металловедение. Т.2. Фазовые превращения в металлах и сплавах с особыми физическими свойствами. М.: Металлургия, 1987. 623 с.
31. Физическое металловедение. Т.3. Физико-механические свойства металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1987. 662 с.
32. Захаров А.И. Физика прецизионных сплавов с особыми тепловыми свойствами. М.: Металлургия, 1986. 237 с.
33. Мишин Д.Д. Магнитные материалы. М.: Высшая школа, 1981. 335 с.
34. Тинадзуми С. Физика ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практические применения. М.: Мир, 1987. 419 с.
35. Прецизионные сплавы: Справочник. М.: Металлургия, 1983. 438 с.
36. Справочник по электрическим материалам. Т.3. Ленинград: Энергоатомиздат, 1988. 727 с.
37. Судзуки К., Фудзимора Х., Хасимото К. Аморфные металлы. М.: Металлургия, 1987. 328 с.
38. Аморфные металлические сплавы. М.:Металлургия, 1987. 583 с.
39. Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г. Специальные стали: Учебник. М.: Металлургия,1985. 408с.
40. Гуляев А. П. Металловедение и термическая обработка металлов: Учебник. М.: Металлургия, 1983. 360 с.
41. Новиков И. И. Теория термической обработки металлов. М.: Металлургия,1986. 480 с.
42. Лахтин Ю. М. Металловедение и термическая обработка металлов: Учебник. М.: Металлургия, 1986. 644с.
43. Гудремон Э. Специальные стали. Пер. с нем. М.: Металлургиздат, 1960. 1168 с.
44. Башнин Ю.А., Ушаков Б. К., Секей А.Г. Технология термической обработки стали: Учебник. М.: Металлургия,1986. 424 с.
45. Новиков И. И., Строганов Г. Б., Новиков А. И. Металловедение, термообработка и рентгенография: Учебник. М.: МИСиС, 1994. 480с.
46. Геллер Ю. А., Рахштадт А. Г. Материаловедение. М.: Металлургия, 1989. 456 с.
47. Носкова Н.И., Мулюков Р.Р. Субмикроструктурные и нанокристаллические металлы и сплавы. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. - 279 с.
48. Прецизионные сплавы. Справочник/ под редакцией Б.В.Молотилова// М.: Металлургия, 1974. 447 с.
49. Судзуки К., Фузимори Х, Хасимото К. Аморфные металлы. М. Металлургия, 1987, 328 с.
50. Гусев А.И. Эффекты нанокристаллического состояния в компактных металлах и соединениях. УФН, 1998, №1 с.55-84.
51. Конструкционные материалы. Справочник. М.: Машиностроение, 1990, 688 с.
52. М.И.Гольдштейн, С.В.Грачев, Ю.Г.Векслер. Специальные стали. М.: МИСИС, 2000. 408 с.
53. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия. 2000. - 672 с.



54. Периодические издания, соответствующие тематике работы.
55. Материалы конференций и симпозиумов.
56. Интернет – издания
57. <http://www.steeluniversity.org> – free award-winning e-learning resources on steel technologies for students and steel industry supply chain employees.
58. <http://www.matter.org.uk> – a non-profit consortium of UK materials science departments aiming to develop and help integrate computer-based learning (CBL) materials into mainstream teaching.
59. <http://www2.viniti.ru/>
60. <http://www.scienceresearch.com>
61. <http://elibrary.ru>
62. <http://www.sciencedirect.com>
63. Страница группы фазовых превращений и комплексного исследования свойств факультета материаловедения и металлургии Кембриджского университета - <http://www.msm.cam.ac.uk/phase-trans/>
64. Организационно-технологическая документация ГПНТБ СО РАН. Справочно-информационная работа. Ч. 1: Положения, инструкции, памятки / Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние. Гос. публ. науч.-техн. б-ка ; Отв. ред. Е. Б. Соболева ; Отв. за вып. Г. Л. Толкунова ; Отв. исполн. О. В. Кулева. - Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2004. - 43 с.
65. Солнцев, Юрий Порфирьевич. Материаловедение: Учебник для студентов вузов, обучающихся по металлург., машиностроит. и общетехн. специальностям / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин; Под ред. Ю. П. Солнцева. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2004. - 736 с.
66. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник/ С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - М.: Высшая школа, 2004. - 519 с.
67. Тимофеев И. А. Технология производства магнитных материалов и изделий / И. А. Тимофеев. - М.: МЭИ, 2004. - 176 с.
68. Пышминцев И.Ю. Упрочнение листовых сталей для холодного формоизменения / И.Ю. Пышминцев. Екатеринбург: АМБ, 2004. 160 с.
- 69.

### ***3.1.3. Методические разработки***

1. Илларионов А.Г., Попов А.А., Демаков С.Л., Гриб С.В. Функциональные свойства титановых сплавов. Учебное пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2010. 91 с.
2. Гриб С.В. Теория превращений в металлических сплавах: учеб. пособие / С.В. Гриб, А.А. Попов, Н.Г. Россина, И.В. Нарыгина. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 110 с.
3. Попов А.А. Фазовые превращения в сплавах титана (Гл. 5) / В учебном пособии: Перспективные материалы. Том II Конструкционные материалы и методы управления их качеством. МИСиС. 2007. 280 с.
4. Попов А.А. Структура и свойства титановых сплавов: в 2 ч. Ч.1. Процессы формирования структуры: учеб. пособие / А.А. Попов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 138 с.
5. Юровских А.С., Корниенко О.Ю., Беликов С.В. Устройство и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа: учебно-методическое пособие. Екатеринбург : УрФУ, 2011, 51 с.
6. Юдин Ю.В., Майсурадзе М.В. Металловедческий эксперимент. Организация, планирование, обработка результатов: учебное пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 102 с.

### **3.2. Программное обеспечение**

MS Office

### 3.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используется

### 3.4. Электронные образовательные ресурсы

Не используются

## 4. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Кафедра Термообработки и физики металлов:

#### - в области обработки исследуемых материалов:

- электрические термические печи с температурой нагрева до 1400°C (2007-2008 года выпуска)

#### - в сфере пробоподготовки получаемых материалов:

- устройство пробоподготовки для просвечивающей и растровой электронной микроскопии Ion Slicer (2007 года выпуска);

- пресс для запрессовки образцов для оптической микроскопии CitoPress фирмы Struers (2007 года выпуска)

- полуавтоматический полировально-шлифовальный станок LaboPjl фирмы Struers (2004 года выпуска)

- электроэрозионный автоматический станок Ecosut (2008 года выпуска)

#### - в области проведения структурных исследований и микроанализа получаемых материалов:

- просвечивающий электронный микроскоп JEM 2100 (2007 года выпуска) с приставкой для микроанализа Oxford Inca 2007 года выпуска

- растровый электронный микроскоп JSM 6490 (2007 года выпуска) с приставками для энергодисперсионного и волнового микроанализа Oxford Inca и дифракции обратно рассеянных электронов – EBSD HKL

- рентгеновский дифрактометр Bruker D8 Advance (2008 года выпуска), оснащён текстурной приставкой, энергодисперсионным детектором, приставкой для работы при высоких температурах до 1200°C в защитных средах и вакууме, AntonPaar НТК1200N

- оптические световые микроскопы Olympus GX51, Nikon Epihot 300 (2007-2008 года выпуска), с выводом изображения на экран компьютера и возможностью обсчета получаемых структур с помощью специализированных программ типа SIAMS-700.

#### - в области определения физико-механических характеристик получаемых материалов:

- прибор синхронного термического анализа STA 449 C Jupiter ® (2007 года выпуска) с возможностью определения теплофизических свойств (теплоемкости, энтальпии превращений), температурных интервалов фазовых переходов и изменения массы от комнатной до 1600°C

- прибор динамического механического анализа DMA 242 C (2007 года выпуска) с возможностью определения характеристик модуля упругости и внутреннего трения и других в интервале температур от -170 до 600°C

- прибор лазерной вспышки LFA 457 MicroFlash (2007 года выпуска) для определения характеристик температуропроводности и теплопроводности в интервале температур от комнатной до 1100°C

- высокоскоростной дилатометр L78 RITA "Rapid Induction Thermal Analysis" (2007 года выпуска) для определения коэффициента линейного термического расширения и построения термокинетических диаграмм превращений при нагреве и охлаждении (от комнатной температуры до 1600°C, скорость нагрева и охлаждения вплоть до 100°C/сек)

- испытательная машина Instron 3382 (2007 года выпуска) для определения механических свойств при комнатной и повышенных температурах (до 1200°C)

Мт139, Мт141, Мт 151 специализированные компьютерные классы на 15 посадочных мест каждый.

Библиотека и два читальных зала университета.

Уральский центр коллективного пользования «Современные нанотехнологии»

Центр коллективного пользования

**Совместные научно-образовательные центры:**

– Институт металлургии УрО РАН — УрФУ;

– Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН — УрФУ;

– Институт физики металлов УрО РАН — УрФУ;

– Институт электрофизики УрО РАН — УрФУ;

– «Перспективные материалы» УрГУ — УрФУ.

**Лаборатория центра коллективного пользования УрФУ:**

– структурных методов анализа и свойств материалов и наноматериалов;

**5. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ**

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания кафедры</b>	<b>Дата заседания кафедры</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись ответственного за внесение изменений</b>