

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Материаловедения и физики металлов



Утверждаю

Проректор по учебной работе

Н.Г.Зарипов

20.15 г.

# **ПРОГРАММА** **государственной итоговой аттестации**

выпускников по направлению подготовки (специальности)

22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль), специализация

**Материаловедение и технология новых материалов**

Уровень подготовки

высшее образование - *бакалавриат*

Квалификация

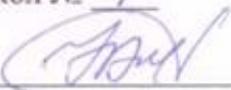
Бакалавр

Уфа 2015

Программа ГИА является приложением к основной профессиональной образовательной программе высшего образования по направлению 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов и профилю Материаловедение и технологии новых материалов

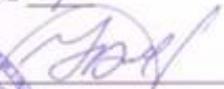
Составитель  Р.Г.Зарипова

Программа одобрена на заседании кафедры МиФМ  
"15" 12 2015г., протокол № 4

Заведующий кафедрой  Н.Г.Зарипов

Программа ГИА утверждена на заседании Научно-методического совета по УГСН  
22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов

"15" 12 2015г., протокол № 9/15

Председатель НСМ  Н.Г.Зарипов

Представители работодателя:

Мулюков Р.Р., директор ИГПСМ РАН

ФИО, должность, наименование организации

место печати

Начальник ООПБС (ООПМА)  А.Н.Шерышева

## 1. Общие положения

1. Государственная итоговая аттестация по программе бакалавриата является обязательной для обучающихся, осваивающих программу высшего образования вне зависимости от форм обучения и форм получения образования, и претендующих на получение документа о высшем образовании образца, установленного Министерством образования и науки Российской Федерации.

Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовленности обучающегося образовательной организации высшего образования (далее – ООВО), осваивающего образовательную программу бакалавриата (далее – обучающийся), к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП) по соответствующему направлению подготовки, разработанной на основе образовательного стандарта.

Трудоемкость государственной итоговой аттестации в зачетных единицах определяется ОПОП в соответствии с образовательным стандартом 9 з.е/ 324 часа.

### 1.1 Государственная итоговая аттестации по направлению подготовки 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов включает:

- а) государственный экзамен;
- б) защиту выпускной квалификационной работы (ВКР).

## 2 Требования к выпускнику, проверяемые в ходе государственного экзамена

В рамках проведения государственного экзамена проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций:

Код	Содержание
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</b>	
ОПК-4	способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>	
ПК-4	способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
ПК-6	способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

### 2.1 Перечень основных учебных модулей (дисциплин) образовательной программы или их разделов и вопросов, выносимых для проверки на государственном экзамене

#### 1. Модуль **Общее материаловедение и технология материалов** **Перечень вопросов и заданий**

Перитектическое, эвтектическое и эвтектоидное превращение в диаграмме фазового равновесия Fe-C. Формирующиеся структуры. Влияние скорости охлаждения на структуру сталей при перлитном превращении.

Легирующие элементы, классификация сталей и их маркировка. Общие закономерности влияния легирующих элементов на структуру сталей. Влияние примесей на свойства сталей. Карбиды, нитриды и интерметаллиды в сталях.

Основные группы сталей. Улучшаемые легированные стали. Стали для цементации и азотирования. Подшипниковые стали. Высокопрочные стали.

Структура, свойства, принципы легирования. Термическая и термомеханическая обработка.

Жаростойкие стали, коррозионные стали и сплавы. Легирование. Термообработка. Структура.

Инструментальные стали. Красностойкость. Методы повышения красностойкости. Сплавы на основе алюминия. Упрочнение алюминиевых сплавов.

## **2. Модуль Материаловедение**

### **Перечень вопросов и заданий**

Законы геометрической кристаллографии. Символы направлений и плоскостей. Пространственная решетка. Определение символов направлений и атомных рядов. Определение символов плоскостей. Классы симметрии, сингонии, категории кристаллов. Координатные системы для описания кристаллов. Зоны в кристаллах.

Роль дефектов кристаллической решетки в формировании свойств материалов. Геометрическая классификация дефектов кристаллического строения. Предпосылки появления теории дефектов.

Точечные дефекты. Виды точечных дефектов. Миграция точечных дефектов. Источники и стоки точечных дефектов. Методы определения концентраций вакансий, энергии их образования и миграции.

Основные типы дислокаций и их движение. Краевая дислокация, ее скольжение и переползание. Винтовая дислокация и её скольжение. Смешанные дислокации. Призматические дислокации. Вектор Бюргерса. Плотность дислокаций. Методы выявления дислокаций в металлах.

Упругие свойства дислокаций. Энергия дислокации. Сила, действующая на дислокацию. Упругое взаимодействие параллельных краевых дислокаций. Упругое взаимодействие параллельных винтовых дислокаций.

Дислокации в типичных металлических структурах. Полные и частичные дислокации. Критерий Франка. Дефекты упаковки. Частичные дислокации Шокли и Франка. Стандартный тетраэдр Томпсона и дислокационные реакции в ГЦК решетке. Вершинные дислокации и дислокации Ломер-Коттрелла. Стандартная бипирамида и дислокационные реакции в ОЦК решетке. Поперечное скольжение и переползание растянутых дислокаций. Двойникующая дислокация.

Пересечение дислокаций. Пересечение единичных дислокаций. Пересечение дислокаций с порогами. Пересечение растянутых дислокаций.

Взаимодействие дислокаций с примесными атомами. Атмосферы Коттрелла, Снука и Сузуки. Геликоидальные дислокации.

Образование дислокаций. Источники Франка-Рида и Бардина Херринга.

Границы зерен и субзерен. Малоугловые, высокоугловые, специальные и произвольные границы зерен. Зернограничные дислокации.

Торможение дислокаций. Сила Пайерлса. Торможение дислокаций при их взаимодействии с другими дислокациями, границами зерен, дисперсными частицами, атомами примесей и легирующих элементов.

### **3. Модуль Методы исследования материалов**

#### **Перечень вопросов и заданий**

Напряжения и деформации. Методы изучения напряжённого и деформированного состояния. Упругая деформация. Классификация механических испытаний.

Пластическая деформация, истинная и условная диаграммы деформации. Пластическая деформация скольжением и двойникованием. Диаграммы деформации моно- и поликристаллов. Деформационное упрочнение. Структурные изменения при пластической деформации поликристаллов. Влияние размера зерна, температуры и скорости деформации на механические свойства металлов.

Разрушение. Виды разрушения. Понятие о работе разрушения. Стадии разрушения. Накопление повреждений в ходе пластической деформации. Работа зарождения и роста трещины. Хрупкое разрушение. Сопротивление зарождению хрупкой трещины. Критерий Гриффитса. Роль дислокационных скоплений, термических флуктуации в зарождении трещин. Скорость распространения трещин. Вязкое разрушение. Хладноломкость. Фрактография. Эффекты Ребиндера и Иоффе.

Усталость. Параметры усталостного нагружения. Кривые Валера. Природа усталостного разрушения. Факторы, влияющие на усталость. Способы повышения усталостной прочности.

Ползучесть и жаропрочность. Кривые ползучести. Характеристики ползучести и жаропрочности. Механизм ползучести.

Конструкционная прочность. Проблема надёжности по критериям безопасного ресурса и безопасной повреждаемости.

Магнитные свойства. Магнетизм металлов в связи с их положением в таблице Менделеева. Природа ферромагнетизма. Точка Кюри.

Электрические свойства. Электронная и дырочная проводимость. Изменение электрического сопротивления при наклёпе и отжиге чистых металлов. Электрические свойства металлических сплавов. Упорядоченные твёрдые растворы. Электрические свойства аморфных сплавов.

Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность металлов и сплавов. Влияние состава и термической обработки на теплопроводность сплавов.

Термоэлектрические свойства. Основные явления и закономерности. Применение метода ТЭДС в металловедении.

### **4. Модуль Технология материалов**

#### **Перечень вопросов и заданий**

Термическая обработка без фазовых превращений. Краткая характеристика. Разновидности отжига 1-го рода. Гомогенизационный отжиг. Отклонения от равновесного состояния в литых сплавах. Диаграммы метастабильного фазового равновесия. Влияние нагрева на структуру и свойства литых сплавов. Коагуляция и сфероидизация. Растворение избыточных фаз. Влияние гомогенизирующего отжига на структуру и свойства слитков. Методы интенсификации процессов гомогенизации. Отжиг, уменьшающий остаточные напряжения. Классификация остаточных напряжений, их возникновение и значение. Разновидности отжига для уменьшения остаточных напряжений в сталях и алюминиевых сплавах.

Термическая обработка, основанная на фазовых превращениях в твердом состоянии. Определение и классификация фазовых превращений. Разновидности отжига 2-го рода. Общие закономерности фазовых превращений в твердом состоянии. Термодинамика и кинетика фазовых превращений в твердом состоянии.

Роль строения межфазных границ при фазовых превращениях.

Особенности самопроизвольного зарождения новой фазы. Роль энергетических флуктуации.

Кинетика фазовых превращений при охлаждении и нагреве. Термокинетические кривые. Диаграммы изотермического превращения.

Стадийность фазовых превращений. Метастабильные фазы.

Гомогенное и гетерогенное зарождение новых фаз.

Ориентация, форма и расположение в матрице продуктов фазового превращения. Принцип Данкова-Конобеевского. Модулированные структуры. Термическая обработка без полиморфного превращения.

Общие закономерности распада пересыщенных твердых растворов при закалке. Два типа распада пересыщенного твердого раствора по механизму образования и роста зародыша. Непрерывный распад. Прерывистый распад. Спинодальный распад твердых растворов. Термодинамика и кинетика спинодального распада. Химическая и когерентная спинодали. Спинодальный распад в магнитотвердых материалах.

Закалка без полиморфного превращения. Фиксирование пересыщенного твердого раствора. Влияние химического состава на закалку без полиморфного превращения.

Старение. Структурные изменения при старении. Стадийность старения. Термодинамика и кинетика старения. Влияние старения на свойства. Возврат при старении. Динамическое старение.

Гетерогенизирующий отжиг. Влияние химического состава на температуру и продолжительность гетерогенизирующего отжига. Термическая обработка с полиморфным превращением. Классификация типов термической обработки с полиморфным превращением.

Отжиг сталей. Перлитное превращение в сталях. Особенности формирования структуры при аустенизации. Термодинамика, кинетика и механизмы превращения. Наследственное зерно аустенита и влияние на него легирующих элементов. Наследственно мелкозернистые и крупнозернистые стали. Фазовый наклеп.

Термодинамика, кинетика и механизмы эвтектоидного превращения в сталях. Перлит, сорбит и троостит и свойства сталей.

Мартенситное превращение. Термодинамика мартенситного превращения. Ступени мартенситного превращения. Кинетика и механизмы мартенситного превращения. Структура мартенсита. Влияние легирующих элементов на мартенситное превращение. Причины прочности мартенсита. Свойства сталей закаленных на мартенсит. Влияние напряжений и деформации на мартенситное превращение.

Бейнитное превращение. Характер промежуточных превращений. Структура бейнита. Верхний и нижний бейнит. Термодинамика, кинетика и механизмы бейнитного превращения.

Отпуск сталей. Превращения при отпуске в зависимости от температуры. Стадийность процессов отпуска. Разновидности отпуска и их применение. Обратимая и необратимая отпускная хрупкость

Классификация основных методов Т.О. Предварительная и окончательная Т.О. Эмпирическая технология. Пределы применимости эмпирической технологии. Научно-обоснованная технология. Т. О. Техническое обеспечение, как элемент научно-обоснованной технологии Т.О. Технологичность изделий, подвергаемых Т.О. Показатели технологичности. Обработка изделий на технологичность.

Способы нагрева. Продолжительность нагрева и выдержки. Внутренние напряжения возникающие при нагреве. Взаимодействие металлов с газами. Контролируемые атмосферы и защитные покрытия. Нагрев в вакууме, в псевдосжиженном слое, в нейтральной, аргоногелиевой среде и в осушенном азоте.

Охлаждающие среды. Охлаждающие среды изменяющие агрегатное состояние в период охлаждения и охлаждающие среды не изменяющие агрегатного состояния в период охлаждения. Охлаждающая способность сред. Химическое взаимодействие среды с изделиями. Регулирование состава и количества среды.

Предварительная и окончательная термическая обработка. Технология предварительной и окончательной термической обработки деталей из различных металлов и сплавов.

Технология термической обработки после цементации, нитроцементации и цианирования. Технология термической обработки детали с применением азотирования.

Технология восстановительной термической обработки.

### **Ситуационные задания (Кейс-задачи)**

Разработайте технологию химико-термической обработки детали зубчатого колеса из стали 20ХНМ для получения твердости поверхностного слоя HRC 58...60, а твердости сердцевины HRC 38...40.

Разработайте технологию термообработки зубчатого колеса из стали 40ХН для получения временного сопротивления  $\sigma_b=950...1000$  МПа.

Разработайте технологию химико-термической обработки распредвала автомобильного двигателя из стали 38Х2МЮ для получения высокой износостойкости.

Разработайте технологию термической обработки детали из стали 40Х13 для получения сочетания твердости HRC 55...58 и высокой коррозионной стойкости.

Разработайте технологию термообработки детали из стали 12Х18Н10Т для получения максимальной коррозионной стойкости.

Разработайте технологию термообработки детали из стали 45 для получения твердости HRC 42...45.

Разработайте технологию термообработки матрицы штампа из стали 4Х5МФС для получения повышенной теплостойкости до 650°C (HRC 47...48).

Разработайте технологию предварительной термообработки заготовки корпуса подшипника из стали ШХ15, применяемую перед механической обработкой.

Опишите технологию термомеханической обработки пружинной проволоки из стали 50ХФА.

Разработайте технологию термообработки стали Н18К9М5Т для получения максимальной конструктивной прочности.

Разработайте технологию предварительной и окончательной термообработки пуансона из стали 9ХФ для получения твердости HRC 62...64.

Разработайте технологию окончательной термообработки сверла из стали Р6М5 с целью получения максимальной красностойкости.

Разработайте технологию предварительной и окончательной термообработки матрицы штампа из стали 4Х4ВМФС для получения максимальной теплостойкости.

Разработайте технологию термообработки детали из сплава 2219 (Д20) с целью получения максимальной прочности

Разработайте технологию термообработки алюминиевого сплава 6061 (АД33) с целью получения высоких механических свойств.

Разработайте технологию термической обработки сплава 7475 (В96) с целью получения оптимального сочетания прочностных свойств и сопротивления коррозионному растрескиванию.

Разработайте технологию термообработки сплава ХН77ТЮР (ЭИ437Б) с целью получения максимальной длительной прочности.

Разработайте технологию термообработки сплава ЭП929 с целью получения максимального сопротивления ползучести.

Разработайте технологию термической обработки детали из титанового сплава ВТ6 для получения максимального упрочнения.

Разработайте технологию термической обработки детали из титанового сплава ВТ8 для получения высокой термической стабильности и длительной прочности.

## **2.2 Критерии выставления оценок на государственном экзамене**

Для подготовки к экзамену каждому студенту выдаётся экзаменационный билет, включающий 5 вопросов. Каждый вопрос оценивается в 10 баллов.

Результаты экзамена оцениваются по четырёхбалльной системе:

Оценка **ОТЛИЧНО** выставляется, если сумма баллов 50...45, т.е. ответы соответствуют следующим критериям:

- ответ построен логично;
- обнаружено максимально глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий;
- установлены содержательные межпредметные связи;
- выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры;
- обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций;
- сделаны содержательные выводы;
- продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы.

Оценка **ХОРОШО** выставляется, если сумма баллов 44...35, т.е. ответы соответствуют следующим критериям:

- ответ логически выстроен;
- представлены различные подходы к проблеме, но их обоснование недостаточно полно;
- установлены содержательные межпредметные связи;
- выдвигаемые положения обоснованы, однако наблюдается непоследовательность анализа;
- выводы правильны;
- продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы.

Оценка **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО** выставляется, если сумма баллов 34...26, т.е. ответы соответствуют следующим критериям:

- ответ недостаточно логически выстроен;
- недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории;
- выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются;

- продемонстрировано знание обязательной литературы.

Оценка НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО выставляется, если сумма баллов 25 и ниже, т.е. ответы соответствуют следующим критериям:

- не раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории;
- научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера;
- ответ содержит ряд серьезных неточностей;
- выводы поверхностны или неверны;
- не продемонстрировано знание обязательной литературы.

Студенты, получившие оценку «неудовлетворительно» должны сдавать экзамен ещё раз.

### 2.3 Порядок проведения экзамена

К государственному экзамену по направлению 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов допускаются лица, завершившие полный курс обучения по программе подготовки бакалавриата, и успешно прошедшие все предшествующие аттестационные испытания, предусмотренные учебным планом.

Форма проведения экзамена - письменные ответы на вопросы экзаменационных билетов, которые являются неотъемлемой частью настоящей программы с последующим устным обсуждением результатов.

Продолжительность экзамена – 2,5 астрономических часа.

На экзамене разрешается использовать атласы микроструктур, марочники сталей и сплавов, диаграммы фазового равновесия, Периодическую таблицу химических элементов.

Срок проведения ГИА в соответствии с утвержденным графиком учебного процесса с 38 по 43 учебную неделю, проведение Государственного экзамена рекомендуется на 38-39 неделе.

### 3. Требования к выпускной квалификационной работе

По итогам выпускной квалификационной работы проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций:

Код	Содержание
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</b>	
ОПК-4	способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>	
ПК-4	способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
ПК-6	способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

#### 3.1 Вид выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа выполняется в виде *бакалаврской работы* после успешного завершения выпускником в полном объеме освоения основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 22.03.01 –

Материаловедение и технологии материалов, разработанной высшим учебным заведением в соответствии с требованиями ФГОС ВО № 1331, утвержденного 12.11.2015 г.

### **3.2 Структура выпускной квалификационной работ и требования к ее содержанию**

Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы определяются с учетом требований, изложенных в Порядке проведения государственной итоговой аттестации по программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от от 29 июня 2015 г. № 636..

Структура бакалаврской работы включает обязательную иллюстративную и графическую части, отражающие решения научно-исследовательской или технологической задачи в виде плакатов, схем и чертежей, и пояснительную записку, содержащую исчерпывающее обоснование и пояснение принятых методических, экспериментальных, технологических, конструкторских, организационных и экологических решений, подтверждающих эффективность и практическую значимость проведенных исследований или разработанной технологии в соответствии с выданным заданием.

Содержание и объем иллюстративной и графической части определяется тематикой научно-исследовательской или технологической бакалаврской работы.

Иллюстративная часть научно-исследовательской работы оформляется в виде компьютерной презентации, графическая часть в виде чертежей формата А1, технологическая работа также может содержать иллюстративную часть в виде компьютерной презентации, однако графическая часть в этом случае должна находиться в пределах 3-5 листов формата А1.

Иллюстративная часть бакалаврской работы включает следующие обязательные слайды: титульный слайд с названием работы, фамилией выпускника, научного руководителя и консультанта, основные цели и задачи работы, материалы и методики исследования, основные результаты экспериментов и их обсуждение, технологические разработки, выводы по выполненной работе.

В графической части бакалаврской работы в зависимости от вида и особенностей задания выполняются обязательные чертежи: термической печи, спроектированной для термической обработки конкретного сплава или изделия, спроектированного или модернизированного специального оборудования или прибора, при необходимости приводятся чертежи отдельных узлов или деталей.

Структура пояснительной записки бакалаврской работы должна соответствовать утвержденному заведующим кафедрой заданию на проектирование и, как правило, состоять из следующих частей: введения, основной части, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Основная часть пояснительной записки состоит из отдельных разделов (глав) и определяется научно-исследовательской или технологической направленностью темы бакалаврской работы.

Рекомендуемая структура и содержание пояснительной записки бакалаврской работы:

1. Титульный лист (бланк установленной формы).
2. Задание на подготовку бакалаврской работы (бланк установленной формы).
3. Аннотация (краткая характеристика работы в целом: объект разработки; цель; основные результаты и технические показатели; количество страниц, иллюстраций, таблиц, библиографических источников и приложений).
4. Оглавление (нумерация и наименование разделов, номера страниц).
5. Введение. Во введении кратко характеризуют цель и место данной работы в общей научной проблеме, раскрывают ее актуальность и практическую ценность,

определяют основную задачу исследования.

б. Раздел 1. – Научно-исследовательская часть. Она включает обзор литературы, постановку задачи исследования, материалы и методики исследования, результаты экспериментов и их обсуждение.

*Обзор литературы.* Уже на начальном этапе работы студент должен собрать достаточно полную необходимую информацию по теме исследования. Помимо литературных источников, указанных научным руководителем или консультантом при выдаче задания, ему необходимо ознакомиться с последними публикациями в отечественных и зарубежных журналах, используя для их отыскания соответствующие разделы реферативных журналов "Металлургия" и "Физика".

В обзоре литературы приводятся общие сведения о научных исследованиях, проведенных другими авторами по исследуемой проблеме, анализируются мнения различных авторов, намечаются недостаточно изученные или требующие уточнения вопросы. Обзор не должен быть загроможден излишней информацией. Не следует излагать полное содержание каждой статьи. Графический материал и таблицы из литературных источников можно копировать на ксероксе либо вставлять в текст литературного обзора, используя сканер. В конце раздела приводится обобщение по обзору литературы, в котором кратко формулируют уже найденные решения по данной теме.

*Постановка задачи исследования.* Этот раздел содержит вопросы, оставшиеся нерешенными, и здесь формулируется цель работы, общая и частные задачи исследования.

*Материалы и методики исследований.* В этом разделе приводятся характеристики исследуемого материала (химический состав, вид полуфабриката и технология его получения). Кроме того, выполняется анализ равновесного состояния материала исследования с помощью диаграмм состояния, ее изотермических и политермических разрезов. Нужно последовательно охарактеризовать физические и химические свойства компонентов, природу фаз системы, равновесный фазовый состав изучаемого сплава, фазовые превращения и критические точки на диаграмме состояния.

Этот раздел также включает в себя описание всех методик, использованных в данной работе:

- форма и размер образцов, схема их вырезки из полуфабриката;
- методика приготовления шлифов для металлографических исследований, либо для исследования методом сканирующей микроскопии. Методика получения тонких фольг для исследования методом просвечивающей электронной микроскопии;
- составы травителей и электролитов для электрохимической полировки, а также режимы полировки и травления;
- методы рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализов и электронной микроскопии; физические (магнитные, электрические, дилатометрические и др.) методы изучения структуры, если они применяются в работе;
- методику количественного анализа структуры или фазового состава; методы математического планирования экспериментов и обработки результатов с приведением подробного расчета и программного обеспечения;
- краткую характеристику применяемого оборудования.

Методы исследования выбирают, исходя из поставленной задачи. В любом случае работа должна содержать качественный и количественный анализ структуры, а также изложение методики выполнения металлографического анализа. Выполнение этой части работы необходимо спланировать, пользуясь математическими методами. Так, например, для измерения среднего размера зерен необходимо выбрать доверительную вероятность или доверительный интервал средней величины  $\bar{x}$ , исходя из этого, с учетом специфики структуры определить необходимое число измеренных зерен (полей зрения).

*Результаты экспериментов и их обсуждение.* Результаты экспериментов представляют в виде фотографий, графиков и таблиц с обязательным пояснением и анализом их в тексте. При этом важно соблюсти логическую последовательность изложения и не упустить главный смысл работы. На графиках и в числовых экспериментальных данных должна указываться относительная статистическая ошибка эксперимента. Все рисунки должны быть пронумерованы и снабжены подписями. В подписях к фотографиям указывается увеличение.

При обсуждении результатов желательно рассмотреть движущую силу процесса, особенности различных механизмов, кинетику образования структуры или другого наблюдаемого процесса. Полезны сопоставления с литературными данными.

Обсуждение результатов включает:

- оценку достоверности результатов экспериментов с применением математических методов обработки;
- сравнение с литературными данными, приведенными в обзоре;
- теоретический анализ, связанный с раскрытием физической природы установленных явлений, взаимосвязей между способами внешнего воздействия на материалы и изменения их структуры и свойств;
- сопоставление результатов экспериментального исследования с данными, полученными методами математического моделирования (в случае если оно применялось);
- оценку научной и практической ценности полученных результатов.

7. Раздел 2 - Технологическая часть. Этот раздел включает основные параметры и характеристики объекта, выбор, обоснование и разработка рациональных или прогрессивных технологий термической или химико-термической обработки деталей машин, методы и результаты расчетов и проектирования, проектная технологическая документация на объект разработки.

8. Раздел 3 - Безопасность и экологичность проекта.

Основная цель данного раздела проекта – установление уровня подготовки выпускника в части умения применить эффективные методы обеспечения коллективной безопасности и защиты окружающей среды на стадии проектирования научно-исследовательских работ и технологических процессов на основе знаний принципов, методов и средств защиты в области безопасности жизнедеятельности.

Для обеспечения безопасности при проведении научных исследований и разработке технологических процессов предусматривают решение следующих вопросов: охраны труда; общих требований к технологическим процессам, оборудованию и производственным помещениям; организации коллективной защиты от поражения электрическим током, повышенных значений электромагнитных полей, загазованности и запыленности, уровней шума и вибрации, тепловых и инфракрасных излучений; обеспечения оптимальных параметров микроклимата; паспортизации рабочих мест; санитарно-гигиенических условий труда и сохранения здоровья работающих.

При рассмотрении экологичности проекта главное внимание уделяют вопросам очистки выбросов вредных веществ в атмосферу и производственных сточных вод; определения класса опасности отходов производства и их размещения и захоронения; разработке экологического мониторинга и экологического паспорта производства.

На заключительном этапе проработки данного раздела проекта выдают практические рекомендации по созданию оптимальных условий взаимодействия рабочих с производственной средой с учетом их влияния на данную среду.

9. Выводы или заключение.

Выводы или заключение делается только на основании полученных результатов. Следует выделить новые обнаруженные закономерности структурных изменений, механических и физических свойств. Выводы должны констатировать факты или явления,

а не описывать их. Выводы должны отражать ответы на поставленные частные задачи исследования.

#### 10. Библиографический список

Этот раздел включает источники информации с нумерацией в порядке появления библиографических ссылок в тексте пояснительной записки и оформлением в соответствии с требованиями ГОСТ на описание документов произведений печати [6,7].

#### 11. Приложения

Здесь приводятся технологические маршрутные и операционные карты термической и химико-термической обработки изделий, ведомость спецификаций, спецификации, справка об анализе патентной литературы по теме бакалаврской работы, алгоритмы, программы, результаты математического или физического моделирования и расчетов на ПЭВМ).

Содержание и структура основной части бакалаврской работы могут изменяться и дополняться в соответствии с конкретными целями, задачами, объектом и предметом разработки.

Примерный объем пояснительной записки (в пересчете на стандартный машинописный текст через два интервала на листах формата А4) не должен превышать 40-50 страниц, исключая таблицы и рисунки.

Примерный объем отдельных разделов проекта в процентах,

а) для научно-исследовательских проектов:

1. Введение 1-1
2. Раздел 1 – Научно-исследовательская часть 70-80
3. Раздел 2- Технологическая часть 10-15
4. Раздел 3 - Безопасность и экологичность проекта 5-10

б) для технологических проектов:

1. Введение 1-1
2. Раздел 1 – Научно-исследовательская часть 10-15
3. Раздел 2- Технологическая часть 70-80
4. Раздел 3 - Безопасность и экологичность проекта 5-10

### **3.3 Примерная тематика и порядок утверждения тем выпускных квалификационных работ**

Темы бакалаврских работ определяются выпускающей кафедрой. Студенту предоставляется право выбора темы работы в порядке, установленном высшим учебным заведением, вплоть до предложения своей тематики с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки. Для подготовки бакалаврской работы студенту назначается руководитель и, при необходимости, консультант.

Примерная тематика ВКР может быть сформулирована следующим образом:

а) для научно-исследовательских ВКР:

- Изучение свойств титанового сплава ВТ6 после равноканального углового прессования;
- Изучение механических свойства алюминиевого сплава 1420 в зависимости от видов предварительной обработки;
- Исследование влияния равноканального углового прессования на служебные свойства алюминиевого сплава 1421;
- Изучение влияния режимов изотермической прокатки на структуру и свойства сплава ВТ22;
- Изучение линейной сварки трением субмикроструктурного титанового сплава ВТ6;

- Исследование температурно-скоростных условий получения композиционных алмазосодержащих материалов на металлической основе на структуру и свойства;
- Изучение влияния электроимпульсной обработки на структуру и свойства алюминиевого сплава АВ;
- Исследование структуры и свойств электротехнической стали после электроимпульсной обработки и др.

б) для технологических ВКР:

- Разработка способов и технологии предварительной и окончательной термической (деформационно-термической) или химико-термической обработки конкретного изделия; выбор соответствующего оборудования.

Основное внимание при выборе тем ВКР должно быть направлено на *разработку* технического проекта элемента объекта проектирования – металла, сплава или керамического материала, деталей типового или специализированного технологического оборудования, технологического оснащения или технологического процесса изготовления изделий машиностроения, обеспечивающую техническую целесообразность и требуемый уровень качества проектируемого элемента; *на решение* вопросов обеспечения требуемых структур и свойств материалов, анализа условий эксплуатации механизма или изделия, выбора, технического обоснования методов расчета (исследования) и проектирования, обеспечения требований по контролю качества продукции и защите окружающей среды от техногенных воздействий производства; *на использование* при решении поставленной технической (научной) задачи современных типовых решений, методов расчета (исследования), систем автоматизированного проектирования и компьютерной техники.

Темы ВКР утверждаются на заседании выпускающей кафедры и согласуются с научно-методическим Советом по УГСН 22.00.00 Технологии материалов.

### **3.4 Порядок выполнения и представления в государственную экзаменационную комиссию выпускной квалификационной работы**

Порядок выполнения выпускной квалификационной работы отражается в индивидуальном письменном задании. Задание содержит тему выпускной квалификационной работы, дополнительные условия в виде исходных данных при проектировании, тему специальной части работы. Составляется график консультаций по выполнению ВКР, осуществляется контроль его выполнения с обсуждением результатов, формулированием выводов и рекомендаций на заседаниях выпускающей кафедры. Проводится предзащита ВКР.

Выпускная квалификационная работа бакалавра по направлению подготовки 22.03.01 представляет собой логически законченную разработку (исследование), в которой выпускник:

- излагает результаты выполненного самостоятельно научного исследования в области материаловедения с использованием современных методов и средств исследования, и эксперимента при решении поставленной научной задачи, или:
- предлагает самостоятельное проектное решение одной из актуальных технических задач в технологической области термической или химико-термической обработки материалов с использованием типовых методов исследования, расчета, проектирования, программных продуктов и компьютерной техники, или:
- демонстрирует владение необходимым уровнем теоретических знаний и практических умений, позволяющими ему впоследствии самостоятельно решать конкретные технические или научные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности, определяемыми ФГОС ВО.

Выпускная квалификационная работа должна быть представлена в форме рукописи. Графическая часть выпускной квалификационной работы, включающая схемы, алгоритмы, плакаты и т.п. (за исключением чертежей, выполненных в соответствии с требованиями ЕСКД) может быть выполнена и представлена на защите в электронном виде (в виде слайдов, разработанных с использованием специальных программных продуктов) с помощью персональной ЭВМ и мультимедийного проектора. В данном случае дипломник обязан предоставить каждому члену Государственной экзаменационной комиссии распечатку слайдов на бумажном носителе.

Представленная к защите выпускная квалификационная работа должна отвечать требованиям, утвержденным в университете в установленном порядке.

### **3.5 Порядок защиты выпускной квалификационной работы**

Защита работы выпускником проводится публично на открытом заседании Государственной экзаменационной комиссии по защите выпускных квалификационных работ по направлению 22.03.01 - Материаловедение и технологии материалов, утвержденной приказом ректора университета. Кроме членов комиссии (с участием не менее двух третей её состава) на защите должен присутствовать руководитель работы и, по возможности, рецензент.

Перед началом доклада выпускника секретарь ЭК дает краткую информацию из его личного дела.

Для доклада основных положений и результатов бакалаврской работы, обоснования принятых проектных решений технической задачи, сделанных выводов и предложений студенту-выпускнику предоставляется время продолжительностью не более 15 минут.

Доклад выпускнику следует начинать с обоснования актуальности темы работы, ее цели и задач. Далее по разделам раскрывается основное содержание выполненной работы с акцентами на ее основные результаты (техническую и практическую целесообразность), делаются выводы по работе и даются предложения по использованию ее результатов. Студент-выпускник должен продемонстрировать хорошее владение содержанием работы с обязательным использованием наглядного графического материала в виде чертежей и плакатов.

Допускается в процессе доклада использовать элементы компьютерной презентации работы. Студент может по рекомендации выпускающей кафедры представить дополнительно краткое содержание бакалаврской работы на одном из иностранных языков, которое оглашается на защите работы в ЭК и может сопровождаться вопросами к студенту на этом языке.

После доклада студент-выпускник отвечает на вопросы членов экзаменационной комиссии по существу работы, а также на вопросы, выявляющие общие требования к профессиональному уровню выпускника, предусмотренные ФГОС ВО по направлению 22.03.01.

После ответов студента-выпускника на вопросы членов ЭК, слово предоставляется руководителю работы. В конце своего краткого выступления руководитель дает оценку соответствия подготовки выпускника и бакалаврской работы требованиям ФГОС ВО. В случае отсутствия руководителя на заседании ЭК его отзыв может зачитывать секретарь ЭК.

Затем слово предоставляется рецензенту, а в случае отсутствия последнего рецензия зачитывается секретарем ЭК. В конце своего выступления рецензент дает свою оценку работы и мнение о возможности присвоения выпускнику степени (квалификации) бакалавра техники и технологи по направлению 22.03.01.

После выступления рецензента или зачитывания секретарем ЭК его рецензии начинается обсуждение бакалаврской работы. В обсуждении могут принимать участие как члены ЭК, так и лица, присутствующие на открытом заседании экзаменационной комиссии.

После окончания обсуждения бакалаврской работы студенту-выпускнику предоставляется *заключительное слово*. В своем заключительном слове выпускник отвечает на замечания рецензента, соглашаясь с ним или давая обоснованные возражения.

Оценка бакалаврской работы дается членами экзаменационной комиссии по защите работ на её закрытом заседании. Результаты защиты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Комиссией принимается во внимание содержание работы, качество расчетов (исследований) и проектных разработок, обоснованность выводов и предложений, содержание доклада, ответы на вопросы, отзывы на работу, соответствие теоретической и практической подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО по направлению 22.03.01 и уровень его подготовки к будущей профессиональной деятельности. Оценка по результатам защиты объявляется в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационной комиссии.

При положительном результате всех видов итоговых аттестационных испытаний итоговой государственной аттестации государственная аттестационная комиссия или ЭК принимает решение о присвоении степени (квалификации) бакалавра техники и технологии по направлению 22.03.01, выдаче диплома о высшем профессиональном образовании государственного образца. Выпускнику, достигшему особых успехов в освоении профессиональной образовательной программы подготовки бакалавра и прошедшему все виды итоговых аттестационных испытаний с оценкой «отлично», сдавшему все учебные дисциплины и работы, внесенные в приложение к диплому со средней оценкой 4,75, выдается диплом бакалавра с отличием.

Данные решения оформляются протоколом государственной аттестационной комиссии или ЭК и объявляются в день защиты работы. Решения государственной аттестационной комиссии или ЭК принимаются на закрытых заседаниях большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседаниях, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председатель комиссии (или заменяющий его заместитель) обладает правом решающего голоса.

Студенты-выпускники, завершившие освоение основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 22.03.01 и не подтвердившие соответствие подготовки требованиям ФГОС ВО по данному направлению при прохождении одного или нескольких итоговых аттестационных испытаний, отчисляются из университета, получают академическую справку о неполном высшем образовании, а при восстановлении в университет им назначают повторные итоговые аттестационные испытания. При этом повторная защита бакалаврской работы в установленный графиком учебного процесса нормативный период обучения не допускается.

Повторное прохождение итоговых аттестационных испытаний назначается, как правило, не ранее чем через три месяца и не более чем через пять лет после прохождения итоговой аттестационных испытаний впервые.

Студентам-выпускникам, не проходившим итоговых аттестационных испытаний по уважительной причине (по медицинским показаниям или в других исключительных случаях, которые имеют документальное подтверждение), предоставляется возможность пройти итоговые аттестационные испытания без отчисления из университета в период работы ГАК.

Дополнительные заседания государственной аттестационной комиссии организуются в установленные университетом сроки приказом ректора, но не позднее четырех месяцев после подачи заявления студентом-выпускником, не проходившим итоговых аттестационных испытаний по уважительной причине.

Сроки проведения ГИА в соответствии с утвержденным графиком учебного процесса могут осуществляться с 39 по 44 учебную неделю, защиту ВКР диссертации рекомендуется проводить на 40-43 неделе.

### 3.6 Критерии выставления оценок (соответствия уровня подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО)

№ п.п.	Разделы (части) работы	Критерии оценки			
		<i>отлично</i>	<i>хорошо</i>	<i>Удовлетворительно</i>	<i>Неудовлетворительно</i>
1.	Соответствие результатов выполненной работы заданию.	Результаты полностью соответствуют поставленной руководителем задаче, предложенные в работе методы исследования актуальны и оригинальны.	Результаты в целом соответствуют поставленной задаче, но некоторые из них не оригинальны.	Результаты не достаточно полно соответствуют поставленной задаче.	Полученные результаты не могут рассматриваться как решение поставленной задачи.
2.	Степень полноты обзора состояния вопроса.	Вопрос рассмотрен во всех возможных аспектах, проведен глубокий анализ существующей литературы по рассматриваемому вопросу.	Не раскрыты некоторые второстепенные аспекты рассматриваемого вопроса, поверхностный анализ существующей литературы по рассматриваемому вопросу.	Не раскрыты некоторые важные аспекты рассматриваемого вопроса, анализ методов решения задачи и литературный обзор выполнены поверхностно без должной глубины.	Отсутствует анализ методик и методологий решения рассматриваемого вопроса. Нет (или очень неполон) обзор существующей литературы.

№ п.п.	Разделы (части) работы	Критерии оценки			
		<i>отлично</i>	<i>хорошо</i>	<i>Удовлетвори- тельно</i>	<i>Неудовлетвори- тельно</i>
3.	Уровень и корректность использования в работе методов исследований, математического моделирования, технических и технологических расчетов.	Проведен сравнительный анализ различных методов решения предлагаемой задачи, рассмотрены возможные варианты выбора моделей (если выполнялось математическое моделирование), обоснован выбор методов и проанализирован выбор модели.	В анализе методов решения рассматриваемого вопроса есть некоторые недостатки, в целом не влияющие на правильность выбора модели, рассмотрены не все возможные варианты моделирования или не обоснована корректность выбранной модели.	В анализе методов решения рассматриваемого вопроса есть существенные пробелы или недостатки, не обоснована корректность выбранной модели (если выполнялось математическое моделирование).	Анализ корректности выбора модели и методов исследования задачи не проведен или проведен с грубыми ошибками.
4.	Степень комплексности работы, применение в ней знаний базовых дисциплин.	В работе широко представлены методы решения задач на основе знаний, полученных выпускником за время обучения по предметам базовых дисциплин.	Методы решения задач представлены с некоторым уклоном в одну конкретную область знаний без глубокого всестороннего анализа.	Нет анализа возможных методов решения проблемы, задача решается с использованием узкоспециальных методов одной дисциплины.	Работа написана достаточно поверхностно, нет ссылок на изученный за время обучения материал.
5.	Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения.	Изложение материала последовательно, грамотно. При изложении материала автор обосновывает основные моменты.	Изложение материала в некоторой мере хаотично без потери логики изложения, грамотно. Обоснование материала неполное.	Изложение материала в некоторой мере хаотично без потери логики изложения, грамотно. Обоснование материала неполное или отсутствует.	Материал изложен малограмотно, без логического обоснования, нечетко или логически непоследовательно.

№ п.п.	Разделы (части) работы	Критерии оценки			
		<i>отлично</i>	<i>хорошо</i>	<i>Удовлетворительно</i>	<i>Неудовлетворительно</i>
6.	Применение современного математического и программного обеспечения, компьютерных технологий в работе.	В работе грамотно и по назначению использованы пакеты разработанных или известных прикладных программ. Проведены планирование экспериментов и математическая обработка данных.	В работе использованы пакеты известных прикладных программ. Планирование экспериментов и математическая обработка данных выполнены с небольшими замечаниями.	В работе использованы только некоторые элементы известных прикладных программ. Планирование экспериментов и математическая обработка данных выполнены неполно, с ошибками.	В работе отсутствует элементы использования прикладных программ, хотя их необходимость не вызывает сомнений. Не проведены планирование экспериментов, экспериментальные данные не обработаны математическим и методами.
7.	Защита ВКР, умение преподнести материал, грамотность изложения.	Доклад глубоко продуман, структурирован, последователен, логичен. Применен необходимый для понимания изложения демонстрационный материал. Ответы на задаваемые докладчику вопросы показывают глубокое владение материалом.	Доклад продуман и структурирован. Допустима некоторая хаотичность изложения без потери логики. Применен необходимый для понимания изложения демонстрационный материал. Ответы на задаваемые вопросы показывают понимание материала.	Доклад достаточно достояно целостен, однако имеет место хаотичность изложения. Используемый демонстрационный материал недостаточно информативен, не точно отражает полученные результаты. Ответы на задаваемые вопросы показывают понимание материала, однако недостаточно полны.	Доклад плохо продуман, нелогичен, неструктурирован. Отсутствует или плохо подобран необходимый для понимания изложения демонстрационный материал. Ответы на задаваемые вопросы показывают слабое владение материалом.

#### 4 Проведение ГИА для лиц с ОВЗ

Проведение ГИА для обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ осуществляется с учетом рекомендованных условий обучения для инвалидов и лиц с ОВЗ. В таком случае требования к процедуре проведения и подготовке итоговых испытаний должны быть адаптированы под конкретные ограничения возможностей здоровья обучающегося, для чего должны быть предусмотрены специальные технические условия.

## **5 Фонды оценочных средств для государственной итоговой аттестации**

Фонды оценочных средств для государственной итоговой аттестации представлены отдельным документом, являющимся частью программы государственной итоговой аттестации.