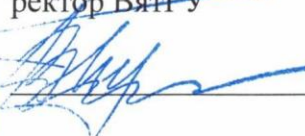




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Вятский государственный университет»  
(ВятГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Председатель приемной комиссии,  
ректор ВятГУ

  
В.Н. Пугач

Протокол заседания  
приемной комиссии  
от 21.05.2020 № 3

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ - ПРОГРАММЕ  
ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

22.06.01 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ  
(направленность «МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И  
СПЛАВОВ»)

СПЕЦИАЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА, СООТВЕТСТВУЮЩАЯ НАПРАВЛЕННОСТИ  
(ПРОФИЛЮ) ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ  
«МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ  
И СПЛАВОВ»

Киров  
2020

## **1. Общие положения**

Программа определяет требования к содержанию вступительных испытаний в аспирантуру по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов. Предназначена для подготовки специалистов высшей квалификации в области технологии получения и обработки материалов по профилю подготовки, соответствующему научной специальности 05.16.01 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

*Цель* вступительных испытаний – определение степени профессиональной компетентности и готовности к освоению программы аспирантуры.

Претендент должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью и обладать способностью:

- выбирать методы анализа состава, структуры и превращений материалов; необходимые условия, приемы обработки и анализа микроструктуры;
- анализировать фазовые превращения и равновесия в многокомпонентных системах, используя термодинамические расчеты и фазовые диаграммы; прогнозировать их фазовый состав, структуру и свойства;
- определять классы материалов по структуре, свойствам и назначению, анализировать необходимый комплекс их эксплуатационных и технологических свойств; прогнозировать структурно-фазовые изменения в сплавах при внешних воздействиях и определять способы стабилизации структуры;
- анализировать условия работы и напряженное состояние материала в конструкции, выбирать материал и режимы его обработки, исходя из условий его службы и комплекса предъявляемых требований, определять необходимую структуру и состав материала; сопоставлять возможные пути получения материалов с заданной структурой и свойствами; назначать их термическую, термомеханическую и химико-термическую обработку;
- анализировать полный технологический цикл производства и обработки материала; выбирать технологию, способную обеспечить необходимый уровень качества.

Программа вступительных испытаний сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры по УГСН 22.00.00 Технологии материалов.

## **2. Содержание вступительного испытания**

### **Содержание разделов и тем вступительного испытания**

#### **2.1 Строение и свойства металлов**

Металлический тип связи. Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток. Период, базис, координационное число кристаллических решеток. Коэффициент компактности. Конфигурация пор. Кристаллографические обозначения атомных плоскостей и направлений. Анизотропия металлов. Строение реальных кристаллов. Дислокационное строение металлов. Дислокации. Силы, действующие на дислокации. Работа источников Франка-Рида. Скольжение как процесс движения дислокации. Дислокационный механизм двойникования. Кристаллизация металлов. Термодинамические основы фазовых превращений. Особенности жидкого состояния. Образование и рост кристаллических зародышей. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Величина зерна. Строение металлического слитка. Полиморфные превращения в металлах.

#### **2.2 Теория сплавов**

Определение терминов: сплав, система, компонент, фаза. Правило фаз. Твердые растворы. Растворы внедрения и замещения. Ограниченные и неограниченные растворы. Химические соединения. Растворы на базе химических соединений. Растворы вычитания.

Промежуточные фазы. Механические смеси. Особенности кристаллизации сплавов. Диаграммы состояния двойных сплавов. Методы построения диаграмм состояния сплавов экспериментальным путем. Диаграммы состояния для случая образования механических смесей.

### **2.3 Пластическая деформация и механические свойства**

Напряжения и деформации. Упругая деформация. Пластическая деформация моно- и поликристаллов. Механизмы пластической деформации. Влияние пластической деформации на структуру металла. Деформационное упрочнение металлов. Разрушение. Механизм зарождения трещины. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Явление хладноломкости. Теоретическая и техническая прочность металла. Методы механических и технологических испытаний по ГОСТу. Механические свойства, определяемые при статических нагрузках. Природа усталостного разрушения. Конструктивная прочность. Свойства металлических материалов, определяющие долговечность изделия и методы их определения (усталостная прочность, контактная выносливость, износостойкость). Пути повышения прочности.

### **2.4 Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металл**

Возврат. Отдых и полигонизация. Первичная рекристаллизация. Собирательная и вторичная рекристаллизация. Факторы, влияющие на размер зерна после рекристаллизации. Критическая степень деформации. Текстура рекристаллизации. Изменение свойств металла при рекристаллизации. Холодная и горячая деформация.

### **2.5 Железо и его сплавы**

Железо и его соединения с углеродом. Диаграмма состояния железо -цементит. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов, их характеристики, условия образования и свойства. Диаграмма состояния железо-графит. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства стали. Классификация углеродистых сталей по равновесной структуре. Фазы, образуемые легирующими элементами в сплавах железа (твердые растворы, карбиды, интерметаллиды). Влияние легирующих элементов на полиморфизм железа.

### **2.6 Теория термической обработки стали**

Виды термической обработки стали. Превращение стали при нагреве. Рост зерна аустенита. Наследственная зернистость. Влияние величины зерна на технологические и механические свойства стали. Влияние легирующих элементов на рост зерна аустенита. Перегрев и пережог. Методы определения величины зерна аустенита. Превращения переохлажденного аустенита. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Перлитное превращение. Продукты перлитного распада аустенита и их свойства. Влияние легирующих элементов на изотермический распад переохлажденного аустенита. Мартенсит, его строение и свойства. Пластинчатый и речный (массивный) мартенсит. Мартенситное превращение и его особенности. Термокинетическая картина превращения. Механизм мартенситного превращения. Влияние легирующих элементов на мартенситное превращение. Промежуточное (бейнитное) превращение. Кинетика промежуточного превращения.

### **2.7 Технология термической обработки стали**

Общая характеристика процессов термической обработки стали. Отжиг первого рода. Отжиг второго рода (с фазовой перекристаллизацией). Полный отжиг. Изотермический отжиг. Неполный отжиг. Сфероидизация. Назначение отжига. Нормализация стали. Влияние нормализации на структуру и механические свойства стали. Области применения нормализации. Закалка стали. Выбор температуры закалки. Нагрев под закалку углеродистых и легированных сталей. Закалочные среды и требования, предъявляемые к ним. Контролируемые атмосферы. Состав ванн для нагрева под закалку. Закалочные напряжения. Методы закалки. Закаливаемость стали и факторы, влияющие на нее. Прокаливаемость стали. Методы определения прокаливаемости. Влияние легирующих элементов, величины зерна, температуры нагрева, скорости охлаждения на

устойчивость переохлажденного аустенита и прокаливаемость стали. Обработка стали холодом. Отпуск стали. Виды и назначение отпуска. Технология проведения отпуска. Влияние закалки и отпуска на механические свойства стали. Улучшение стали. Термомеханическая обработка стали. Поверхностная закалка, ее виды и область применения. Стали пониженной и регламентированной прокаливаемости. Закалка при индукционном нагреве. Закалка при газопламенном нагреве. Новые виды термической обработки (лазерная, плазменная, ионно-плазменная). Основное оборудование термических цехов. Механизация и автоматизация термической обработки. Меры по охране труда в термических цехах.

### **2.8 Химико-термическая обработка стали**

Физические основы химико-термической обработки. Связь между диаграммой состояния и структурой диффузионного слоя. Назначение и виды цементации. Механизм образования цементованного слоя и его свойства. Цементация в твердом карбюризаторе. Газовая цементация. Печи для цементации. Термическая обработка после цементации и свойства цементированных деталей. Области применения цементации. Азотирование стали. Механизм образования азотированного слоя. Стали для азотирования. Технология газового азотирования стали. Азотирование в жидких средах (в цианидных и карбамидных расплавах). Свойства азотированного слоя. Область применения азотирования. Сульфоцианирование стали. Цианирование стали. Виды цианирования. Нитроцементация стали. Диффузионная металлизация. Режимы и область применения. Меры по охране труда. Новые виды ХТО (лазерная, бихроматные соединения).

### **2.9 Поверхностное деформационное упрочнение стали**

Дробеструйная обработка. Обработка роликами. Влияние поверхностного деформационного упрочнения на предел выносливости. Применение деформационного упрочнения в машиностроении. Основы рационального легирования и роль легирующих элементов. Классификация легированных сталей по структуре в нормализованном состоянии. Низколегированная сталь. Цементуемая (нитроцементуемая) сталь. Требования, предъявляемые к цементуемой (нитроцементуемой) стали. Свойства, термическая обработка и примеры применения цементуемых сталей. Улучшаемые стали. Требования к сталям. Свойства, термическая обработка и примеры применения улучшаемых сталей. Высокопрочные стали. Современные тенденции в области легирования машиностроительных сталей. Пороки легированных машиностроительных сталей.

### **2.10 Износостойкие конструкционные стали**

Шарикоподшипниковые стали и их термическая обработка Графитизированная сталь. Высокомарганцовистые стали и их термическая обработка Стали для зубчатых колес. Кавитационностойкие стали.

### **2.11 Конструкционные жаростойкие и коррозионностойкие стали**

Виды коррозии. Основные принципы создания коррозионностойких сталей. Общая характеристика нержавеющей сталей. Хромистые нержавеющие стали (мартенситного, мартенсито-ферритного и ферритного класса). Хромоникелевые нержавеющие стали аустенитного и аустенито-ферритного класса. Высокопрочные нержавеющие стали аустенито-мартенситного класса. Высоколегированные коррозионностойкие стали и сплавы. Жаростойкие (окалиностойкие) стали.

### **2.12 Промышленные сплавы**

Чугуны и их классификация. Модифицирование чугунов.

Алюминий и его сплавы. Титан и его сплавы. Медь и ее сплавы. Никель и его сплавы. Магний и его сплавы. Сплавы на основе тугоплавких металлов.

Сплавы с особыми физическими свойствами: высоким и низким электросопротивлением, магнитно-твердые и магнитно-мягкие стали и сплавы, сплавы с особыми упругими и тепловыми свойствами.

Сверхпроводящие сплавы. Сплавы с эффектом запоминания формы и сверхупругости.

### 3. Порядок проведения и форма вступительного испытания

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, полномочия и порядок деятельности которой определяются локальным нормативным актом ВятГУ.

Вступительное испытание проводится с использованием дистанционных образовательных технологий в электронной информационно-образовательной среде ВятГУ с применением технологии прокторинга, посредством которой осуществляется идентификация личности поступающего, контроль процедуры выполнения вступительных испытаний, фиксируются возможные нарушения.

Для прохождения вступительного испытания **поступающий должен:**

1. самостоятельно обеспечить себя необходимыми для прохождения вступительного испытания техническими средствами:
  - а) компьютер, подключенный к сети Интернет со скоростью доступа не менее 10 Мбит/с;
  - б) браузер Google Chrome, или совместимый с Google Chrome (Opera, Microsoft Edge, Яндекс.Браузер);
  - в) веб-камера, микрофон, наушники или аудиосистема, обеспечивающие получение и передачу видео- и аудиоинформации между поступающим и экзаменационной комиссией, проктором.
2. получить инструкцию по прохождению вступительных испытаний с использованием дистанционных образовательных технологий и выполнить предусмотренные инструкцией требования, в том числе дать согласие на обработку биометрических персональных данных и подтвердить наличие указанных выше технических средств для прохождения вступительного испытания.

Вступительное испытание проводится **с сочетанием устной и письменной формы** и включает два этапа:

1. письменная часть – письменный ответ на билет вступительного испытания в личном кабинете поступающего на Образовательном портале ВятГУ по адресу <https://e.vyatsu.ru/>;
2. устная часть – устное собеседование с экзаменационной комиссией в комнате видеоконференцсвязи по билету вступительного испытания в личном кабинете поступающего на Образовательном портале ВятГУ по адресу <https://e.vyatsu.ru/>.

Билет вступительного испытания включает **два вопроса**, содержание которых определяется экзаменационной комиссией исходя из содержания настоящей Программы вступительного испытания (см. выше). Доступ поступающих к билетам до начала вступительного испытания закрыт.

В процессе устного собеседования поступающему могут быть заданы дополнительные вопросы как по вопросам билета вступительного испытания, так и по другим вопросам настоящей Программы вступительного испытания, а также вопросы актуальности и степени разработанности предполагаемой темы научного исследования (научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук).

На подготовку письменного ответа на билет вступительного испытания поступающему отводится **не более 0,5 часа** (30 минут).

На устное собеседование с экзаменационной комиссией поступающему отводится **не более 0,5 часа** (30 минут).

Процедура прохождения поступающим вступительного испытания подлежит

обязательной видеозаписи, которая служит основанием для подтверждения идентификации личности поступающего, контроля соблюдения им Правил приема в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет» на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре на 2020/2021 учебный год и фиксации возможных нарушений.

При прохождении вступительного испытания **поступающему запрещается:**

а) использование учебной и справочной литературы, материалов и электронно-вычислительной техники за исключением тех, которые указаны в настоящей Программе вступительных испытаний;

б) присутствие в помещении, где сдается вступительное испытание, третьих лиц, или подмена поступающего третьим лицом;

в) открытие иных окон (страниц, браузеров) в сети Интернет, за исключением окна с заданием вступительного испытания, и поиск любой информации в сети Интернет;

г) использование любых мобильных и компьютерных устройств, за исключением того мобильного или компьютерного устройства, на котором осуществляется прохождение поступающим вступительного испытания;

д) отведение взгляда от экрана мобильного или компьютерного устройства, на котором осуществляется прохождение поступающим вступительного испытания, более чем на 5 секунд;

е) покидание помещения, в котором осуществляется прохождение вступительного испытания, до его завершения.

В случае фиксации нарушения указанных требований вступительное испытание может быть прекращено и (или) результаты вступительного испытания аннулированы.

#### **4. Порядок и шкала оценивания результатов вступительного испытания**

Вступительное испытание оценивается экзаменационной комиссией по столбальной шкале. При оценивании результатов вступительного испытания применяются следующие критерии (таблица).

Критерии	Баллы
Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Поступающий обнаруживает всестороннее систематическое и глубокое знание материала, способен творчески применять знание теории к решению задач профессионального характера. Делаются обоснованные выводы.	90 – 100
Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако, не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Материал излагается уверенно, допускаются отдельные погрешности и неточности при ответе.	75 - 89
Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе. Демонстрируются поверхностные знания дисциплины. Имеются затруднения с выводами. Допускаются существенные погрешности в ответе на вопросы вступительного испытания.	60 - 74
Обнаружены значительные пробелы в знаниях основного материала. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях. Поступающий демонстрирует незнание теории и практики материала.	0 - 59

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания (далее – минимальное количество баллов), установлено в размере **60 баллов**. Лица, получившие менее минимального количества баллов, не

прошедшие вступительное испытание без уважительной причины (в том числе удаленные с места проведения вступительного испытания), повторно допущенные к сдаче вступительного испытания и не прошедшие вступительное испытание, выбывают из конкурса.

Результаты каждого вступительного испытания оформляются протоколом. На каждого поступающего ведется отдельный протокол. Протоколы приема вступительных испытаний хранятся в личном деле поступающего.

Результаты вступительного испытания объявляются на официальном сайте ВятГУ и на информационном стенде не позднее трех рабочих дней со дня проведения вступительного испытания.

## **5. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к вступительному испытанию**

1. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебник / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2019. - 327 с.
2. Материаловедение и технологические процессы в машиностроении [Текст] : учеб. пособие / С. И. Богодухов [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 559 с. : рис., табл.
3. Материаловедение и технология материалов [Текст] : учеб. для бакалавров : учеб. для студентов вузов, обучающихся по машиностроит. специальностям / под. ред. Г. П. Фетисова. - 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 767 с. : ил. - (Базовый курс) (Бакалавр). - Библиогр.: с. 766-767.
4. Металловедение [Текст] : учеб. для вузов / А. П. Гуляев, А. А. Гуляев. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва : Альянс, 2012. - 643 с. : ил. - Библиогр.: с. 635. Предм. указ.: с.637-643.
5. Материаловедение [Текст] : учеб. для высших технических учебных заведений / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 6-е изд., стер. - Москва : Альянс, 2014. - 527, [1] с. : ил. - Библиогр. в конце частей
6. Материаловедение [Текст] : учебник / под ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. - 8-е изд., стер. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 646 с. - Библиогр.: с.63-632 . - Предм. указ.: с. 632
7. Физико-химические основы материаловедения [Текст] / Г. Готтштайн. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 400 с. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр.: с.375-384. - Предм. указ.: с. 384-400
8. Механические свойства металлов [Электронный ресурс] / В. С. Золоторевский. - Москва : МИСИС, 2013. - 400 с.
9. Новиков, А. Г. Металловедение [Электронный ресурс] : учебник / А. Г. Новиков. - ISBN RU/SPbGUKI/0328318 (ошибочный).. - Москва : МИСИС, 2014. - 1020 с.
10. Теория термической обработки металлов [Текст] : учеб. / И. И. Новиков. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1986. - 480 с. : ил. - Библиогр.: с. 475-480