

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»  
(ПНИПУ)**

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. ректора,

Председатель приемной  
Комиссии ПНИПУ

 А.Б. Петроченков

» 05 2024 г.



**ПРОГРАММА**  
**вступительного испытания (междисциплинарного экзамена)**  
**для поступающих в магистратуру**  
**по направлению 22.04.02 «Металлургия»**

Обеспечивающее  
подразделение

Передовая инженерная школа  
«Высшая школа авиационного двигателестроения»

Пермь, 2024


Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению 22.03.02 «Металлургия», вошедших в содержание билетов вступительных испытаний в магистратуру по направлению 22.04.02 «Металлургия».

Составители:  
д-р техн. наук, проф.

 Ю.Н. Симонов

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию на заседании ПИШ ВШАД от «07» мая 2024г., протокол № 5.

Руководитель ОПОП  
«Металловедение и технология  
термической обработки сталей и  
высокопрочных сплавов»

 Ю.Н. Симонов

Директор ПИШ ВШАД



Т.Р. Абляз

## **Введение**

Программа предназначена для подготовки к сдаче вступительного испытания в магистратуру по профилю «Металловедение и технология термической обработки сталей и высокопрочных сплавов». Программа содержит перечень вопросов для подготовки к экзамену, список литературы, необходимой для подготовки к сдаче вступительного экзамена.

К сдаче вступительных испытаний допускаются лица в соответствии с Правилами приёма, установленными в ПНИПУ на следующий учебный год. Абитуриенты, сдающие вступительный экзамен, должны продемонстрировать глубокие теоретические знания в области направления подготовки 22.04.02 «Металлургия», уметь логично и аргументировано излагать материал. Ответ должен быть точным, полно и глубоко раскрывающий суть вопроса. Раскрытие смежных тем приветствуется, но не может заменить полный ответ на поставленный вопрос.

**1. Дисциплины, включенные в программу вступительных испытаний в магистратуру:**

**1.1. Профиль «Металловедение и технология термической обработки сталей и высокопрочных сплавов».**

1.1.1. «Специальное материаловедение».

1.1.2. «Теория термической обработки».

1.1.3. «Физика прочности и механические испытания металлов».

## 2. Содержание учебных дисциплин.

### 2.1. Профиль «Металловедение и технология термической обработки сталей и высокопрочных сплавов».

#### 2.1.1. «Специальное материаловедение».

Темы (вопросы):

1. Износоустойчивые стали: принцип легирования, термическая обработка.
2. Жаропрочные аустенитные стали: принципы легирования, термическая обработка.
3. Высокопрочные стали: принципы легирования, термическая обработка.
4. Рессорно-пружинные стали: принцип легирования, термическая обработка.
5. Жаростойкие стали: принцип легирования, термическая обработка.
6. Хромистые нержавеющие стали: принцип легирования, термическая обработка.
7. Улучшаемые стали. Принцип легирования, термическая обработка.
8. Хромоникелевые нержавеющие стали: принцип легирования, термическая обработка.
9. Цементуемые стали: принцип легирования, термическая обработка.
10. Жаропрочные стали на основе  $\alpha$ -железа: принцип легирования, термическая обработка.
11. Дать характеристику сталям: ШХ15, 20Х13, 5ХНМ, 20Х2МВФ- Ш, 30Х10Г10.
12. Деформируемые сплавы на основе алюминия. Классификация, термообработка, применение.
13. Литейные сплавы на основе алюминия. Классификация, термообработка, применение.
14. Сплавы на основе магния. Классификация, термообработка, применение.
15. Латунни. Классификация, термообработка, применение.
16. Бронзы. Классификация, термообработка, применение.
17. Жаропрочные сплавы на основе никеля. Классификация, термообработка, применение.
18. Сплавы на основе титана, их классификация. Термообработка  $\alpha + \beta$  титановых сплавов.
19. Азотируемые стали: принцип легирования, термообработка.
20. Порошковые материалы. Классификация, свойства, применение.

21. Аморфные металлические материалы. Способы получения, перспективы применения.
22. Композиционные материалы системы «Углерод-углерод». Способы получения, свойства, применение.
23. Неметаллические материалы на основе резины. Классификация, свойства, применение.
24. Неметаллические материалы на основе стекла. Классификация, свойства, применение.

#### **Литература для подготовки**

1. Сталь на рубеже столетий. Колл. авторов. Под научной ред. Ю.С. Карабасова. - М.: МИСиС, 2001. — 664 с.
2. Материаловедение и технология металлов: Учебник для машиностроительных специальностей вузов / Под ред. Г.П. Фетисова. М.: Высшая школа, 2001. — 638 с.
3. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. — М.: МИСиС, 1999. — 408 с.
4. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение: Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп. СПб.: ХИМИЗДАТ, 2007. — 784 с.
5. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для вузов / В. Б. Арзамасов[и др.]; Под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепашина. — 2-е изд., стер. — Москва: Академия, 2007, 2009. — 447 с.
6. Материаловедение: учебник для вузов / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. — 5-е изд., стер. — Москва: Альянс, 2009, 2011 — 528 с.

#### **2.1.2. «Теория термической обработки».**

Темы (вопросы):

1. Классификация и краткая характеристика видов термической обработки.
2. Перлитное превращение в углеродистых сталях: термодинамика, кинетика, механизм, получаемая структура, свойства.
3. Бейнитное превращение в углеродистых сталях: термодинамика, кинетика, механизм, получаемая структура, свойства.
4. Мартенситное превращение в углеродистых сталях: термодинамика, кинетика, механизм, получаемая структура, свойства.
5. Связь термической обработки с диаграммами состояния металлических сплавов.
6. Структурные изменения при отпуске углеродистых и легированных сталей.

7. Зерно в сталях. Факторы, оказывающие влияние на размер зерна. Методы выявления зерна.
8. Закаливаемость и прокаливаемость сталей. Влияние углерода и легирующих элементов на эти характеристики.
9. Выбор температуры нагрева при высокотемпературной термообработке доэвтектоидных сталей.
10. Выбор температуры нагрева при высокотемпературной термообработке заэвтектоидных сталей.
11. Изотермические и термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита. Влияние легирующих элементов на вид и положение этих диаграмм.
12. Закалка с полиморфным и без полиморфного превращения. Принципиальные различия. Примеры сплавов.
13. Понятие о старении сплавов. Структурные изменения при старении.
14. Отжиг I рода. Разновидности. Назначение.
15. Отжиг II рода. Разновидности. Назначение.
16. Обратимая отпускная хрупкость (ООХ) сталей. Причины проявления и пути уменьшения склонности сталей к ООХ.
17. Понятие о термомеханической обработке сталей. Виды ТМО.
18. Нагрев и охлаждение при закалке сталей. Способы закалки.
19. Структура мартенсита. Морфологические типы мартенсита. Свойства сталей с различными типами мартенсита.
20. Образование аустенита при непрерывном нагреве.
21. Поверхностная закалка. Способы нагрева поверхности. Закалка ТВЧ, стали, термообработка.
22. Структурные изменения в процессе горячей деформации сталей. Динамический возврат, динамическая рекристаллизация.
23. Остаточный аустенит в закаленных сталях. Причины его сохранения. Способы уменьшения его количества.
24. Закалка на мартенсит. Закалочные напряжения. Способы их уменьшения.

#### **Литература для подготовки**

1. Колачев В.А. и др. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. — М.: Металлургия, 1981.— 416 с.
2. Смирнов М.А., Счастливцев В.М., Журавлев Л.Г. Основы термической обработки сталей: Учебное пособие. Екатеринбург, УрОРАН, 1999. 489 с.
3. Металловедение и термическая обработка стали и чугуна: справочник в 3 т. / Под ред. А.Г. Рахштадта.- М.: Интернет Инжиниринг, 2004. — Т. 3:

Термическая и термомеханическая обработка стали и чугуна / А.В. Супов [и др.].- 2007.— 919 с.

4. Термическая обработка сталей и сплавов: учебное пособие для вузов / Т.Н. Осколкова.- Москва: Теплотехник, 2009.— 259 с.

5. Теория и технология химико-термической обработки: учебное пособие для вузов / Л.Г. Ворошнин, О.Л. Менделеева, В.А. Сметкин.- Москва; Минск: Новое знание: Новое знание, 2010.— 303 с.

6. Основы термической обработки стали: учебное пособие для вузов / М.А. Смирнов, В.М. Счастливцев, Л. Г. Журавлев.- 2-е изд., перераб.- М.: Наука и технологии, 2002.- 519 с.

### **2.1.3. «Физика прочности и механические испытания металлов»**

Темы (вопросы):

1. Динамический метод определения модуля Юнга по ГОСТ 25156.
2. Определение предела текучести по ГОСТ 1497.
3. Определение ударной вязкости по ГОСТ 9454.
4. Критическая температура хрупкости: понятие, методы определения.
5. Основные механизмы упрочнения. Зерногранично-субструктурное упрочнение.
6. Основные механизмы упрочнения. Дисперсионное упрочнение.
7. Понятие о вязкости разрушения, методика определения и расчета.
8. Усталость металлов. Понятие. Характеристики сопротивления усталости, их определение.
9. Испытания на растяжение. Диаграммы. Определение характеристик прочности по ГОСТ 1497.
10. Испытания на растяжение. Диаграммы. Определение характеристик пластичности по ГОСТ 1497.
11. Виды разрушения, их признаки. Основные положения теории Гриффитса.
12. Ползучесть металлов. Виды ползучести. Понятие о жаропрочности и пути ее повышения.
13. Жаропрочность сталей и сплавов. Характеристики. Методы их определения.
14. Проведение испытаний на сжатие. Образцы, оборудование, характеристики механических свойств, определяемые при этих испытаниях.
15. Проведение испытаний на изгиб. Образцы, оборудование, характеристики механических свойств, определяемые при этих испытаниях.
16. Понятие о конструкционной прочности сталей и сплавов. Пути повышения конструкционной прочности.
17. Изнашивание металлов и сплавов. Виды изнашивания.



18. Конструкционная прочность, диаграммы конструкционной прочности.
19. Сравнительный анализ эффективности действия основных механизмов упрочнения.
20. Основные механизмы упрочнения. Твердорастворное упрочнение.
21. Деформационное старение. Причины его проявления, способы уменьшения склонности сталей к деформационному старению.
22. Напряженное состояние (НС). Виды НС, способы описания НС, мягкость НС.
23. Неупругие явления в металлах и сплавах. Обратное упругое последствие, эффект Баушингера, внутреннее трение.
24. Зерногранично-субструктурное упрочнение. Закон Холла-Петча.

#### **Литература для подготовки**

1. Физика прочности и механические испытания металлов: курс лекций / Ю.Н. Симонов, М.Ю. Симонов. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. — 199 с.
2. Георгиев М.Н., Симонов М.Ю., Симонов Ю.Н. Основы физики и механики разрушения / Пермь, Изд-во ПНИПУ, 2012. - 263 с.
3. Металлы и сплавы. Справочник. — С.-Пб.: АНО НПО «Профессионал», АНО НПО «Мир и Семья», 2003.— 1066 с.
4. Грачев С.В., Бараз В.Р., Богатов А.А., Швейкин В.П. Физическое металловедение: Учеб. для вузов / Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 2001. — 533 с.
5. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов: 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Изд-во МИСиС, 1998. — 399 с.

### **3. Порядок проведения вступительных испытаний**

Вступительные испытания проводятся для поступающих на первый курс магистратуры ПНИПУ в виде письменного экзамена, с целью определения возможности поступающих осваивать основные образовательные программы магистратуры, ранжирования поступающих по уровню знаний и зачисления из числа поступающих, имеющих соответствующий уровень образования.

Процедура проведения вступительных испытаний осуществляется согласно положения о вступительных испытаниях и конкурсном отборе в магистратуру ПНИПУ от 26.02.2015г.

#### 4. Определение результатов вступительных испытаний

Вступительные испытания оцениваются по стобалльной шкале.

Определение результатов вступительных испытаний проводится согласно шкалы оценивания уровня знаний, представленной в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Шкала оценивания уровня знаний

Доля от максимального количества баллов за каждый вопрос билета	Уровень ответа на вопрос билета	Критерии оценивания уровня знаний по вопросам билета
100%	Максимальный уровень	Абитуриент правильно ответил на вопрос билета. Показал отличные знания в рамках поставленного вопроса.
80%	Средний уровень	Абитуриент ответил на вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках поставленного вопроса
50%	Минимальный уровень	Абитуриент ответил на вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках поставленного вопроса
0%	Минимальный уровень не достигнут	При ответе на вопрос билета абитуриент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.

## 5. Дополнительная информация

Процедура перевода результатов государственной итоговой аттестации по направлениям подготовки 22.00.00 «Технологии материалов» в результат вступительного испытания в магистратуру, проводится только при оформлении заявления от абитуриента.

В качестве результата государственной итоговой аттестации принимается оценка выпускной квалификационной работы, которая засчитывается как результат вступительного испытания в магистратуру по направлению подготовки «Металловедение и технология термической обработки сталей и высокопрочных сплавов», согласно таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Соответствие оценки выпускной квалификационной работы и результата вступительного испытания

<b>Оценка выпускной квалификационной работы</b>	<b>Результат вступительного испытания, баллы</b>
5 (отлично)	100
4 (хорошо)	80
3 (удовлетворительно)	50

Кроме того, в ходе вступительных испытаний дополнительно учитываются индивидуальные достижения поступающих за успехи в образовательной, научно-исследовательской и иной деятельности. Дополнительные баллы за индивидуальные достижения начисляются приемно-отборочной комиссией ПИШ ВШАД, но не более 25 баллов в сумме за все достижения. Указанные баллы начисляются поступающему, представившему документы, подтверждающие его индивидуальные достижения, до даты проведения вступительных испытаний. Перечень учитываемых индивидуальных достижений представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Перечень учитываемых индивидуальных достижений

№ п/п	Индивидуальные достижения	Количество начисляемых баллов
1	Наличие научных публикаций в периодических изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных:  WebofScience, Scopus РИНЦ входящих в список ВАК другие периодические издания по решению приемно-отборочной комиссии ПИШ ВШАД	от 15 до 25 баллов от 5 до 10 баллов от 10 до 15 баллов до 5 баллов
2	Участие с докладами на Всероссийских и Международных конференциях.	до 10 баллов
3	Победители и призеры Всероссийских и Международных предметных олимпиад по направлению.	до 10 баллов
4	Победители и призеры конкурсов курсовых и дипломных проектов (работ) по направлению.	до 10 баллов
5	Другие достижения по решению приемно-отборочной комиссии ПИШ ВШАД.	до 5 баллов

## 6. Примеры экзаменационных билетов.

Передовые  
инженерные  
школы



**пермский  
политех**

ВЫСШАЯ ШКОЛА АВИАЦИОННОГО  
ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

МИНОБРНАУКИ РФ  
ФГАОУ ВО  
«Пермский национальный  
исследовательский  
политехнический университет»  
(ПНИПУ)

ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ  
(междисциплинарный экзамен)  
по направлению 22.04.02  
«Металлургия»  
направленность (профиль)  
программы магистратуры  
«Металловедение и технология  
термической обработки сталей и  
высокопрочных сплавов»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ПНИПУ ВШАД

\_\_\_\_\_ Т.Р. Абляз  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

№	Вопрос/тестовое задание	Количество баллов
1.	Износостойчивые стали: принцип легирования, термическая обработка.	40
2.	Классификация и краткая характеристика видов термической обработки.	30
3.	Определение предела прочности по ГОСТ 1497.	30