

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор-  
проректор по научной работе



\_\_\_\_\_ А.В. Коржов

» \_\_\_\_\_ 2024 г.

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине

группа научной специальности 2.6 – Химические технологии, науки о материалах,  
металлургия

по научным специальностям

- 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 – Metallurgy of black, colored and rare metals
- 2.6.3 – Casting production
- 2.6.4 – Processing of metals under pressure
- 2.6.6 – Nanotechnologies and nanomaterials
- 2.6.17 – Materials science

Челябинск

2024

*Семилетова*  
Зав. отделом  
Аспирантуры  
ШАБУРОВА Н.А.

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### *2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов*

#### 1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

Экзамен проводится в очном формате.

Форма проведения экзамена – письменно (ответы на вопросы выбранного претендентом билета).

Количество вопросов в билете определяется Программой вступительных испытаний по соответствующей научной специальности и равно 2.

Время для подготовки письменных ответов на вопросы – не менее 60 минут. Максимальное время для подготовки 180 минут (точное время указывается экзаменационной комиссией).

Перед началом экзамена вместе с билетом все претенденты получают карточки с указанием ID поступающего.

Ответы на вопросы абитуриенты оформляют на экзаменационных листах с указанием на них индивидуального кода (ID поступающего), без указания Фамилии Имени Отчества.

По истечении времени, обозначенного экзаменационной комиссией на подготовку ответов, претенденты сдают экзаменационные листы на проверку. Карточки ID хранятся у претендентов до объявления результатов экзамена. Члены комиссии озвучивают дату и время оглашения результатов.

При оглашении результатов проверки письменных ответов члены комиссии называют ID поступающего и его результат в баллах. Названный поступающий предъявляет карточку с соответствующим ID поступающего и называет свою Фамилию Имя Отчество для внесения информации в протокол экзамена.

В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе пройти собеседование с экзаменационной комиссией. Вопросы, выносимые на собеседование, должны быть в рамках программы вступительных испытаний. Количество вопросов на собеседовании – не более трех.

Вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена.

Баллы за ответы на дополнительные вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена и суммируются с баллами за письменные ответы на вопросы. При этом суммарный балл за общепрофессиональные компетенции (сумма баллов за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы) не должен превышать 100 баллов.

Баллы, выставленные за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы, обсуждению не подлежат. В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе, согласно п.35 Правил приема, подать апелляцию.



Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение производится только при предоставлении комиссии подтверждающих документов.

Сведения об индивидуальных достижениях и подтверждающие их документы должны быть предоставлены комиссии до получения карточки с указанием ID поступающего и экзаменационного билета. Сведения, предоставленные позднее оговоренного срока, не учитываются. Во время подготовки ответов экзаменационная комиссия проверяет предоставленные документы и производит их оценку на основании п.37 Правил приема.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия научной специальности программы аспирантуры, на которую поступает абитуриент.

Баллы за индивидуальные достижения заполняются комиссией в листе Индивидуальных достижений и вносятся в протокол экзамена.

Протоколы вступительных экзаменов, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в центральную приемную комиссию для ввода оценок в систему Универис в день оглашения результатов экзамена.

После ввода баллов протоколы, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в отдел аспирантуры и хранятся в личном деле поступающего.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Программа вступительного экзамена по научной специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов включает вопросы по 2 разделам:

1. Современные проблемы металловедения.
2. Термическая обработка

В состав экзаменационного билета входят 2 вопроса, по одному из каждого раздела.

## **3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ**

*Экзаменационные вопросы к разделу 1 «Современные проблемы металловедения»*

1. Дефекты кристаллического строения, условия и способы образования. Их роль в процессах возврата и рекристаллизации.

2. Термодинамика кристаллизации сплавов. Ликвация в сплавах. Аморфное состояние металлических материалов.

3. Механизмы упрочнения металлов и сплавов.

4. Современные теории хрупкого и вязкого разрушения.

5. Диффузия, ее роль в процессах распада твердых растворов и флокенообразования.



6. Деформация сталей и сплавов, ее разновидности, использование ее в режиме ТМО и контролируемой прокатки при производстве газо- и нефтепроводных труб.

7. Принципы создания высокопрочных сталей и сплавов.

#### *Экзаменационные вопросы к разделу 2 «Термическая обработка»*

1. Предварительная термообработка сталей и сплавов (отжиги гомогенизирующий, для снятия внутренних напряжений и нормализация). Их цели, превращения протекающие при этом, и способы осуществления.

2. Промежуточная термообработка (отжиги рекристаллизационный, полный, отжиг на зернистый перлит), ее задачи и способы осуществления.

3. Внутренние остаточные напряжения, возникающие при термообработке, их природа. Факторы, определяющие их развитие. Способы снижения уровня напряжений.

4. Изменение структуры и свойств сплавов при закалке без полиморфного превращения и последующего старения, включая перестаривание, ступенчатое старение.

5. Превращения при нагреве сталей, пережог, перегрев, в том числе устойчивый, структурная наследственность. Способы их устранения.

6. Превращения, протекающие в стали при переохлаждении аустенита (перлитное, бейнитное, мартенситное).

7. Хрупкость стали (отпускная, бейнитная). Причины и способы борьбы с нею.

8. Способы поверхностного упрочнения: наклеп, ХТО, поверхностная закалка сталей с использованием скоростного нагрева.

9. Современное оборудование для термической обработки сталей и сплавов. Автоматизация полного цикла термической обработки.

## **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ УСТНОГО СОБЕСЕДОВАНИЯ**

### **4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ**

Каждый вопрос оценивается по категориям. Максимальное количество баллов за вопрос составляет 50 баллов и складывается из количества баллов за каждую категорию.

| Категория                         | Критерий  |
|-----------------------------------|---|
| 1. Основные понятия и определения | 10 баллов – даны определения всех понятий<br>8 баллов - даны определения всех понятий; имеются неточности в определениях<br>6 баллов – даны правильные определения менее половины понятий<br>4 балла – даны определения менее половины понятий; имеются неточности в определениях |



|   |  |
|---|--|
|   | <p>2 балла – все определения содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – определения основных понятия отсутствуют</p>   |
| 2. Типы, виды объекта   | <p>10 баллов – перечислены все типы, виды</p> <p>8 баллов – перечислены все типы, виды; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины типов, видов</p> <p>4 балла – перечислены менее половины типов, видов; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные типы, виды содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют типы, виды</p>  |
| 3. Состав (составные элементы) объекта  | <p>10 баллов – перечислены все составные элементы</p> <p>8 баллов – перечислены все составные элементы; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины составных элементов</p> <p>4 балла – перечислены менее половины составных элементов; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные составные элементы содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют составные элементы</p>  |
| 4. Схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение объекта | <p>10 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение</p> <p>8 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений</p> <p>4 балла – представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений; имеются неточности</p> <p>2 балла – все представленные схем, математических выражений и формул, графических изображений содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют схем, математических выражений и формул, графических изображений</p> |
| 5. Параметры оценки показателей объекта                                       | <p>10 баллов – перечислены все параметры</p> <p>8 баллов – перечислены все параметры; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины параметров</p> <p>4 балла – перечислены менее половины параметров; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные параметры содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют параметры</p>  |



## 4.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНЫХ ОТВЕТОВ

Общий балл за ответы на вопросы собеседования не должен превышать 15 баллов.

Сумма баллов за ответы по билету и устные ответы на собеседовании не должна превышать 100 баллов.

## 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин, С. И. Технология термической обработки сталей [Текст] учеб. пособие по специальности 150105 "Металловедение и термическая обработка металлов" и по направлению "Металлургия" С. И. Ильин, Ю. Д. Корягин; Юж.-Урал. гос. ун-т, каф. физ. металловедение и физика твердого тела; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. – 119 с.
2. Корягин, Ю. Д. Современные способы нагрева и оборудование в термическом производстве //Метод. указания к лаб. работам по направлениям "Металлургия" и "Материаловедение и технология материалов" Ю. Д. Корягин, С. И. Ильин; Юж.-Урал. гос. ун-т, каф. физ. металловедение и физика твердого тела ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. – 32 с.
3. Башнин, Ю. А. Технология термической обработки стали Учеб. для вузов по спец." Металловедение, оборудование и технология терм. обраб. металлов". - М.: Metallurgy, 1986. - 424 с. ил.
4. Соколов К.И., Коротич И.К. Технология термической обработки металлов и проектирование термических цехов: Учебник для ВУЗов. – М.: Metallurgy, 1998. – 384 с

### Электронная литература

| № | Наименование разработки  | Наименование ресурса в электронной форме | Доступность          |
|---|--|--|----------------------|
| 1 | Ильин, С. И. Технология термической обработки сталей. Учеб. пособие по специальности 150105 "Металловедение и термическая обработка металлов" и по направлению "Металлургия" С. И. Ильин, Ю. Д. Корягин; Юж.-Урал. гос. ун-т, каф. физ. металловедение и физика твердого тела; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 119, [1] с. | Электронный каталог ЮУрГУ                | Интернет / Свободный |
| 2 | Мирзаев, Д. А. Основы теории дефектов, прочности и пластичности кристаллов. Учеб. пособие по направлениям "Физика", "Приклад. механика", "Металлургия" и "Материаловедение" Д. А. Мирзаев, К. Ю. Окишев; Юж.-Урал. гос. ун-  | Электронный каталог ЮУрГУ                | Интернет / Свободный |



|   |   |                           |                      |
|---|---|---------------------------|----------------------|
|   | т, каф. физ. металловедение и физика твердого тела; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 335 с.  |                           |                      |
| 3 | Окишев, К. Ю. Кристаллохимия и дефекты кристаллического строения [Текст] учеб. пособие К. Ю. Окишев; Юж.-Урал. гос. ун-т, каф. физ. металловедение и физика твердого тела; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 96 с.  | Электронный каталог ЮУрГУ | Интернет / Свободный |
| 4 | Мирзаев, Д. А. Водород в сталях [Текст] учеб. пособие для бакалавров и магистров по направлению "Материаловедение и технологии материалов" и др. Д. А. Мирзаев, К. Ю. Окишев, А. А. Мирзоев; Юж.-Урал. гос. ун-т, каф. материаловедение и физ.-хим. материалов; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2016. - 30 с. | Электронный каталог ЮУрГУ | Интернет / Свободный |

## 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Корягин, Ю. Д. Основы проектирования термических цехов [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению 150100 "Металлургия" Ю. Д. Корягин, Н. А. Шабурова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 100, [1] с. ил.
2. Серов, Г.В. Процессы получения и обработки материалов: теория и расчеты металлургических процессов и систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Серов. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2017. — 118 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105289>.
3. Каллистер, У. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамики, полимеры) [Электронный ресурс] : учебник / У. Каллистер, Д. Ретвич ; под ред. Малкина А.Я. ; пер. с англ. Малкина А.Я.. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НОТ, 2011. — 896 с.

## 7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
3. Public.ru – публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>
4. Университетская библиотека «Online»
5. ЭБС «Лань», доступ к бесплатному пакету <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY (<http://www.elibrary.ru/>)

## РАЗРАБОТЧИКИ

Заведующий кафедрой  
МФХМ, д.х.н.



Д.А. Винник



## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### *2.6.2 – Metallurgy of black, colored and rare metals*

#### 1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

Экзамен проводится в очном формате.

Форма проведения экзамена – письменно (ответы на вопросы выбранного претендентом билета).

Количество вопросов в билете определяется Программой вступительных испытаний по соответствующей научной специальности и равно 2.

Время для подготовки письменных ответов на вопросы – не менее 60 минут. Максимальное время для подготовки 180 минут (точное время указывается экзаменационной комиссией).

Перед началом экзамена вместе с билетом все претенденты получают карточки с указанием ID поступающего.

Ответы на вопросы абитуриенты оформляют на экзаменационных листах с указанием на них индивидуального кода (ID поступающего), без указания Фамилии Имени Отчества.

По истечении времени, обозначенного экзаменационной комиссией на подготовку ответов, претенденты сдают экзаменационные листы на проверку. Карточки ID хранятся у претендентов до объявления результатов экзамена. Члены комиссии озвучивают дату и время оглашения результатов.

При оглашении результатов проверки письменных ответов члены комиссии называют ID поступающего и его результат в баллах. Названный поступающий предъявляет карточку с соответствующим ID поступающего и называет свою Фамилию Имя Отчество для внесения информации в протокол экзамена.

В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе пройти собеседование с экзаменационной комиссией. Вопросы, выносимые на собеседование, должны быть в рамках программы вступительных испытаний. Количество вопросов на собеседовании – не более трех.

Вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена.

Баллы за ответы на дополнительные вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена и суммируются с баллами за письменные ответы на вопросы. При этом суммарный балл за общепрофессиональные компетенции (сумма баллов за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы) не должен превышать 100 баллов.

Баллы, выставленные за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы, обсуждению не подлежат. В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе, согласно п.35 Правил приема, подать апелляцию.

Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение производится только при предоставлении комиссии подтверждающих документов.



Сведения об индивидуальных достижениях и подтверждающие их документы должны быть предоставлены комиссии до получения карточки с указанием ID поступающего и экзаменационного билета. Сведения, предоставленные позднее оговоренного срока, не учитываются. Во время подготовки ответов экзаменационная комиссия проверяет предоставленные документы и производит их оценку на основании п.37 Правил приема.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия научной специальности программы аспирантуры, на которую поступает абитуриент.

Баллы за индивидуальные достижения заполняются комиссией в листе Индивидуальных достижений и вносятся в протокол экзамена.

Протоколы вступительных экзаменов, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в центральную приемную комиссию для ввода оценок в систему Универсис в день оглашения результатов экзамена.

После ввода баллов протоколы, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в отдел аспирантуры и хранятся в личном деле поступающего.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Программа вступительного экзамена по научной специальности 2.6.2 – Металлургия черных, цветных и редких металлов включает вопросы по 2 разделам:

1. ТЕОРИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ, ЦВЕТНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ, ЦВЕТНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ

В состав экзаменационного билета входят 2 вопроса:

1 вопрос из раздела «ТЕОРИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ, ЦВЕТНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ»

2 вопрос из раздела «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ, ЦВЕТНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ»

## **3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ**

### **Раздел I. ТЕОРИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ, ЦВЕТНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ**

1. Металлы – частный случай конденсированного состояния вещества
2. Металлы – химические элементы
3. Металлические сплавы химических элементов
4. Металлы – химические соединения
5. Металлическая связь – результат наличия вырожденного электронного газа



6. Агрегатные состояния вещества
7. Кристаллические структуры металлов
8. Реальные кристаллы
9. Нагрев до температуры плавления
10. Температура плавления
11. Изменение свойств металлов при плавлении
12. Модельные представления о плавлении металлов
13. Состояние теории плавления реальных металлов
14. Экспериментальные исследования структуры металлических расплавов
15. Квазигазовые модели структуры металлических расплавов
16. Квазикристаллические модели структуры металлических расплавов
17. Экспериментальные результаты измерения структурно-чувствительных
18. свойств расплавов
19. Неравновесное состояние многокомпонентных расплавов
20. Термодинамика гомогенного зарождения центров кристаллизации
21. Рост сверхкритических зародышей
22. Формирование габитуса кристаллов
23. Гетерогенное зарождение кристаллических зародышей
24. Кристаллизация расплавов при контакте с холодной стенкой
25. Кинетика кристаллизации и отвердевания
26. Составы сплавов, способных отвердевать без кристаллизации
27. Форма существования элементов в расплавах железа
28. Физические свойства расплавов железа
29. Химическая активность примесей в жидком железе
30. Состав шлаков и основные диаграммы состояния шлаковых систем
31. Строение расплавленных шлаков
32. Определение активностей компонентов шлака
33. Химические свойства шлаков
34. Физические свойства шлаков
35. Окислительные условия выплавки стали
36. Окисление углерода
37. Удаление фосфора
38. Окисление и восстановление кремния
39. Окисление и восстановление марганца
40. Окисление и восстановление хрома
41. Окисление вольфрама
42. Влияние серы на свойства стали
43. Распределение серы между металлом и шлаком
44. Взаимодействие серы с примесями в металле
45. Цель и методы раскисления
46. Взаимодействие раскислителей с кислородом
47. Образование продуктов раскисления
48. Удаление продуктов раскисления
49. Диффузионное раскисление шлаком
50. Оксидные неметаллические включения в стали



51. Водород в стали
52. Азот в стали
53. Раскисление в вакууме
54. Удаление неметаллических включений
55. Процессы дегазации и удаления цветных металлов
56. Взаимодействие металлического расплава с футеровкой

## Раздел II. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ, ЦВЕТНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ

1. Амортизационный пакетированный лом, чугуна, стальной лом, губчатое железо и синтетические шихтовые материалы для производства стали.
2. Раскисляющие и легирующие материалы. Шлакообразующие материалы. Окислители. Науглероживатели.
3. Технологический цикл плавки стали в кислородных конвертерах
4. Плавка на свежей шихте в дуговых сталеплавильных печах
5. Переплавление легированных отходов в дуговых сталеплавильных печах
6. Аэродинамика кислородной струи
7. Взаимодействие кислородной струи с металлом
8. Особенности технологии окислительных процессов в конвертерах и дуговых печах
9. Дутьевой режим
10. Использование потенциального химического тепла СО
11. Продувка порошками в дуговых печах
12. Механизм окислительных процессов
13. Окисление углерода
14. Окисление кремния
15. Окисление марганца
16. Шлакообразование и рафинирование металла шлаком
17. Растворение шлакообразующих и формирование шлака
18. Шлакообразование в кислородном конвертере
19. Шлакообразование в ДСП
20. Рафинирование металла шлаком
21. Дефосфорация стали
22. Десульфурация стали
23. Интенсификация тепло- и массопереноса в сталеплавильной ванне
24. Продувка газом снизу. Общие вопросы
25. Продувка металлической ванны снизу в конвертере
26. Продувка металлической ванны снизу в дуговой печи
27. Оптимизация энерготехнологического режима в дуговой печи
28. Применение жидкого чугуна в дуговой печи
29. Применение математического моделирования в науке и технике
30. Математическое моделирование кинетики обратимых химических реакций.



31. Модель для расчета равновесных количеств реагентов при реакции образования шлака
32. Определение активности кислорода электрохимическим методом.
33. Определение активности компонентов по давлению паров. Метод Кнудсена.
34. Определение растворимости азота в железе и стали
35. Закон Сивертса (Квадратного корня).
36. Вязкость шлаков. Методы определения.
37. Определение растворимости водорода в железе и стали.
38. Определение растворимости водяного пара в шлаках.
39. Определение парциального давления кислорода электрохимическим методом.
40. Термический анализ систем. Дериватография.
41. Масс-спектрокопия.
42. Превращение электрической энергии в тепловую в электрической дуге. Особенности дугового разряда в вакууме.
43. Назначение и использование конвертеров и ДСП соответственно особенностям протекающих в них процессов.
44. Различие целей и достигаемых эффектов при донной продувке ванны кислородом в ДСП и в конвертере.
45. Энерготехнологический метод интенсификации плавки стали в ДСП.
46. Особая роль процесса окисления углерода при выплавке стали. Ответ обосновать количественным примером.
47. Окисление углерода и содержание кислорода в металле. Зависимость  $[\%O]=f[\%C]$  в промышленных агрегатах, чем и почему она отличается от равновесной.
48. Схема поступления кислорода из атмосферы в металл через шлак. Термодинамические условия, вызывающие это поступление?
49. Термодинамические условия окисления компонентов расплава в реакционной зоне при продувке металла кислородом и их влияние на ход процесса.
50. Способы получения стали, содержащей  $\leq 0,003\%$  серы. Их технологические особенности.
51. Преимущества и недостатки известных способов производства нержавеющей стали.
52. Особенности окисления углерода при высоком ( $>9\%$ ) содержании хрома в металле.
53. Дефекты структуры металла, кристаллизующегося в водоохлаждаемых кристаллизаторах агрегатов вторичной металлургии.
54. Способы производства ферросплавов.
55. Физико-химические условия производства ферросплавов. Выбор восстановителя.
56. Ферросплавные печи. Классификация.
57. Физико-химические условия углеродотермического восстановления металлов из оксидов при производстве ферросплавов.



31. Модель для расчета равновесных количеств реагентов при реакции образования шлака
32. Определение активности кислорода электрохимическим методом.
33. Определение активности компонентов по давлению паров. Метод Кнудсена.
34. Определение растворимости азота в железе и стали
35. Закон Сивертса (Квадратного корня).
36. Вязкость шлаков. Методы определения.
37. Определение растворимости водорода в железе и стали.
38. Определение растворимости водяного пара в шлаках.
39. Определение парциального давления кислорода электрохимическим методом.
40. Термический анализ систем. Дериватография.
41. Масс-спектрокопия.
42. Превращение электрической энергии в тепловую в электрической дуге. Особенности дугового разряда в вакууме.
43. Назначение и использование конвертеров и ДСП соответственно особенностям протекающих в них процессов.
44. Различие целей и достигаемых эффектов при донной продувке ванны кислородом в ДСП и в конвертере.
45. Энерготехнологический метод интенсификации плавки стали в ДСП.
46. Особая роль процесса окисления углерода при выплавке стали. Ответ обосновать количественным примером.
47. Окисление углерода и содержание кислорода в металле. Зависимость  $[\%O]=f[\%C]$  в промышленных агрегатах, чем и почему она отличается от равновесной.
48. Схема поступления кислорода из атмосферы в металл через шлак. Термодинамические условия, вызывающие это поступление?
49. Термодинамические условия окисления компонентов расплава в реакционной зоне при продувке металла кислородом и их влияние на ход процесса.
50. Способы получения стали, содержащей  $\leq 0,003\%$  серы. Их технологические особенности.
51. Преимущества и недостатки известных способов производства нержавеющей стали.
52. Особенности окисления углерода при высоком ( $>9\%$ ) содержании хрома в металле.
53. Дефекты структуры металла, кристаллизующегося в водоохлаждаемых кристаллизаторах агрегатов вторичной металлургии.
54. Способы производства ферросплавов.
55. Физико-химические условия производства ферросплавов. Выбор восстановителя.
56. Ферросплавные печи. Классификация.
57. Физико-химические условия углеродотермического восстановления металлов из оксидов при производстве ферросплавов.



58. Выбор восстановителя для производства ферросплавов.
59. Физико-химические условия силикотермического восстановления металлов из оксидов при производстве ферросплавов.
60. Факторы, влияющие на полноту извлечения ведущего элемента при производстве ферросплавов.
61. Рафинирование ферросплавов от примесей (C, Si, Al, S, P)
62. Физико-химические условия алюминотермического восстановления металлов из оксидов при производстве ферросплавов.
63. Превращение электрической энергии в тепловую при ЭШП. Флюсы ЭШП: роль флюсов в процессе переплава и формировании слитка; физико-химические, физические, химические, технологические свойства, химический состав флюсов.
64. Дегазация и испарение летучих компонентов из расплавов в вакууме.
65. Технологические особенности плавки металлов в вакуумных индукционных печах. Качество и области использования металла ВИП.
66. Процессы рафинирования металла при ВДП
67. Кристаллизация металла в водоохлаждаемом кристаллизаторе. Электрические явления в разрядном промежутке ВДП и их влияние на кристаллизацию.
68. Принцип превращения электрической энергии в тепловую при электронной плавке. Условия рафинирования металла при ЭЛП. Качество металла; область целесообразного его использования.
69. Передача энергии металлу и превращение электрической энергии в тепловую при индукционном нагреве.
70. Особенности плазменной дуги и передачи тепла от плазменной дуги металлу. Качество металла плазменно-дугового переплава и область целесообразного использования ПДП

#### **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ УСТНОГО СОБЕСЕДОВАНИЯ**

##### **4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ЗА КАЖДЫЙ ВОПРОС**

Каждый вопрос оценивается по категориям. Максимальное количество баллов за вопрос составляет 50 баллов и складывается из количества баллов за каждую категорию.

| Категория                         | Критерий  |
|-----------------------------------|---|
| 1. Основные понятия и определения | <p>10 баллов – даны определения всех понятий</p> <p>8 баллов - даны определения всех понятий; имеются неточности в определениях</p> <p>6 баллов – даны правильные определения менее половины понятий</p> <p>4 балла – даны определения менее половины понятий; имеются неточности в определениях</p> <p>2 балла – все определения содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – определения основных понятий отсутствуют</p> |



| Категория   | Критерий   |
|---|--|
| 2. Типы, виды объекта   | <p>10 баллов – перечислены все типы, виды</p> <p>8 баллов – перечислены все типы, виды; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины типов, видов</p> <p>4 балла – перечислены менее половины типов, видов; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные типы, виды содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют типы, виды</p>  |
| 3. Состав (составные элементы) объекта  | <p>10 баллов – перечислены все составные элементы</p> <p>8 баллов – перечислены все составные элементы; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины составные элементы</p> <p>4 балла – перечислены менее половины составные элементы; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные составные элементы содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют составные элементы</p>  |
| 4. Схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение объекта | <p>10 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение</p> <p>8 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений</p> <p>4 балла – представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений; имеются неточности</p> <p>2 балла – все представленные схем, математических выражений и формул, графических изображений содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют схем, математических выражений и формул, графических изображений</p> |
| 5. Параметры оценки показателей объекта                                       | <p>10 баллов – перечислены все параметры</p> <p>8 баллов – перечислены все параметры; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины параметров</p> <p>4 балла – перечислены менее половины параметров; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные параметры содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют параметры</p>  |



## 4.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНЫХ ОТВЕТОВ

Общий балл за ответы на вопросы собеседования не должен превышать 15 баллов.

Сумма баллов за ответы по билету и устные ответы на собеседовании не должна превышать 100 баллов.

## 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В.Е. Рошин, А.В. Рошин / Электрометаллургия и металлургия стали 4изд. перераб. и доп. Издательский центр ЮУрГУ, 2013 г. – 572 с.
2. Основы производства нанокристаллических и аморфных металлов: учебное пособие для вузов / В.Е. Рошин, А.В. Рошин – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 167 с.
3. Разливка и кристаллизация стали. Учебное пособие для вузов / В.Е. Рошин, А.В. Рошин – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 160 с.
4. Рошин В.Е., Рошин А.В. Физические основы плавления и отвердевания металлов: Конспект лекций. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 129 с.
5. Дефекты стальных слитков и заготовок: учебное пособие для вузов / В.Е. Рошин, А.В. Рошин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 281 с.
6. Поволоцкий Д.Я., Рошин В.Е., Мальков Н.В. Электрометаллургия стали и ферросплавов: Учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1995. – 592 с.
7. Бигеев А.М., Бигеев В.А. Металлургия стали: Учебник для вузов. – Магнитогорск: МГТУ, 2000. – 644 с.
8. Григорян В.А., Белянчиков Л.Н., Стомахин А.Я. Теоретические основы электросталеплавильных процессов. – М.: Металлургия, 1987. – 272 с.
9. Гудим Ю.А., Зинуров И.Ю., Киселёв А.Д. Производство стали в электропечах. Конструкции, технология, материалы: монография/ Ю.А.Гудим, И.Ю. Зиннуров, А.Д. Киселёв. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 547 с. (Серия монографий «Современные электротехнологии». Т.9).
10. Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства. / Григорьев В.П., Нечкин Ю.М., Егоров А.В., Никольский Л.Е.: Учебник для вузов. – М.: МИСИС, 1995. – 512 с.
11. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов. – М.: Мир, 2003. – 528 с.
12. Металлургия стали: Учебник для вузов / В.И. Явойский, Ю.В. Кряковский, В.П. Григорьев и др. – М.: Металлургия, 1983. – 584 с.
13. Поволоцкий Д.Я., Гудим Ю.А. Производство нержавеющей стали. – Челябинск: ЮУрГУ, 1995. – 236 с.
14. Поволоцкий Д.Я., Кудрин В.А., Вишкарев А.Ф. Внепечная обработка стали: Учебник для вузов. – М.: МИСИС, 1995. – 256 с.

### Электронная основная литература

| Наименование  | Наименование ресурса      | Доступность              |
|---|---------------------------|--------------------------|
| Электрометаллургия и металлургия стали [Текст]: учебник для вузов по направлению 150400.68 - "Металлургия" / В.Е. Рошин, А. В.Рошин; Юж.-Урал. гос. ун-т ; Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2013, URL <a href="http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476">http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476</a> | Электронный каталог ЮУрГУ | Интернет/ Авторизованный |



| Наименование  | Наименование ресурса                              | Доступность             |
|---|---|-------------------------|
| Основы металлургического производства: учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a> (дата обращения: 26.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.   | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет/Авторизованный |
| Лякишев, Н.П. Металлургия ферросплавов: учебное пособие / Н.П. Лякишев, М.И. Гасик, В.Я. Дашевский. — Москва: МИСИС, [б. г.]. — Часть 1: Металлургия сплавов кремния, марганца и хрома — 2006. — 117 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/1842">https://e.lanbook.com/book/1842</a> (дата обращения: 26.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.   | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет/Авторизованный |
| Лякишев, Н.П. Металлургия ферросплавов: учебное пособие / Н.П. Лякишев, М.И. Гасик, В.Я. Дашевский. — Москва: МИСИС, [б. г.]. — Часть 2: Металлургия сплавов вольфрама, молибдена, ванадия, титана, щелочноземельных и редкоземельных металлов, ниобия, циркония, алюминия, бора — 2007. — 152 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117010">https://e.lanbook.com/book/117010</a> (дата обращения: 26.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет/Авторизованный |
| Семи́н, А.Е. Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов: теория выплавки стали в индукционных печах: учебное пособие / А.Е. Семи́н, Н.К. Турсунов, К.Л. Косырев. — Москва: МИСИС, 2017. — 166 с. — ISBN 978-5-906846-92-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/108099">https://e.lanbook.com/book/108099</a> (дата обращения: 26.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.   | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет/Авторизованный |

## 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Рябов А.В., Чуманов И.В., Шишимиров М.В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах: Учебное пособие. — М.: Теплотехник, 2007. — 192 с.
2. Теория и практика непрерывного литья заготовок / Смирнов А.Н., Глазков А.Я., Пилюшенко В.Л. и др. — Донецк: ДонГТУ, ООО «Лебедь» 2000. — 371 с.
3. Технология производства стали в современных конвертерных цехах / С.В. Колпаков, Р.В. Старов, В.В. Смоктий и др. — М.: Машиностроение, 1991. — 464 с.
4. Физико-химические расчеты электросталеплавильных процессов: Учебное пособие для вузов / В.А. Григорян, А.Я. Стомахин, А.Г. Пономаренко и др. — М.: Металлургия, 1989. — 288 с.
5. Явойский В.И., Явойский А.В. Научные основы современных процессов производства стали. — М.: Металлургия, 1987. — 184 с.
6. Григорян В.А., Белянчиков Л.Н., Стомахин А.Я. Теоретические основы электросталеплавильных процессов. — М.: Металлургия, 1987. — 272 с.
7. Еланский Г.Н. Строение и свойства металлических расплавов. — М.: Металлургия, 2006. — 160 с.
8. Жидкая сталь // Б.А. Баум, Г.А. Хасин, Г.В. Тягунов и др. — М.: Металлургия, 1984. — 208 с.



9. Кожеуров В.А. Термодинамика шлаков. – М.: Metallurgizdat, 1955. – 164 с.
10. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов. – М.: Мир, 2003. – 528 с.
11. Михайлов Г.Г., Поволоцкий Д.Я. Термодинамика раскисления стали. – М.: Metallurgiya, 1993. – 144 с.
12. Поволоцкий Д.Я. Основы технологии производства стали: Учебное пособие для вузов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2004. – 191 с.
13. Поволоцкий Д.Я., Кудрин В.А., Вишкарев А.Ф. Внепечная обработка стали: Учебник для вузов. – М.: МИСИС. – 256 с.
14. Попель С.И., Сотников А.И., Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов: Учебное пособие для вузов. – М.: Metallurgiya, 1986. – 462 с.
15. Тулуевский Ю.Н. Инновации для дуговых сталеплавильных печей. Научные основы выбора: монография /Ю.Н. Тулуевский, И.Ю. Зиннуров. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 347 с. (Серия монографий «Современные электротехнологии». Т. 12).
16. Физико-химические расчеты электросталеплавильных процессов: Учебное пособие для вузов/ В.А. Григорян, А.Я. Стомахин, А.Г. Пономаренко и др. – М.: Metallurgiya, 1989. – 288 с.
17. Явойский В.И., Явойский А.В. Научные основы современных процессов производства стали. – М.: Metallurgiya, 1987. – 184 с.

#### Электронная дополнительная литература

| Наименование   | Наименование ресурса                              | Доступность                 |
|--|---|-----------------------------|
| Векилов, Ю.Х. Электронная теория металлов: сборник / Ю.Х. Векилов, И.А. Иванов, Ю.Л. Матвеева; под редакцией С.И. Мухина. — Москва: МИСИС, 2013. — 77 с. — ISBN 978-5-87623-703-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117105">https://e.lanbook.com/book/117105</a> (дата обращения: 26.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                   | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет/<br>Авторизованный |
| Романтеев, Ю.П. Metallurgiya тяжелых цветных металлов: учебное пособие / Ю.П. Романтеев, С.В. Быстров. — Москва: МИСИС, 2010. — 575 с. — ISBN 978-5-87623-173-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117036">https://e.lanbook.com/book/117036</a> (дата обращения: 26.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                                     | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет/<br>Авторизованный |
| Григорян, В.А. Физико-химические расчеты электросталеплавильных процессов: учебное пособие / В.А. Григорян, А.Я. Стомахин, Ю.И. Уточкин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: МИСИС, 2007. — 318 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/116968">https://e.lanbook.com/book/116968</a> (дата обращения: 26.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей. | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет/<br>Авторизованный |
| Дашевский, В.Я. Ферросплавы: теория и технология: учебное пособие / В.Я. Дашевский. — Москва: МИСИС, 2014. — 362 с. — ISBN 978-5-87623-806-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117114">https://e.lanbook.com/book/117114</a> (дата обращения: 26.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.  | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет/<br>Авторизованный |



## 7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
3. Public.ru – публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>
4. Университетская библиотека «Online»
5. ЭБС «Лань», доступ к бесплатному пакету <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY (<http://www.elibrary.ru/>)

### РАЗРАБОТЧИКИ

Доцент кафедры пиromеталлургических  
и литейных технологий, к.т.н.

С.П. Салихов

Зав. кафедрой пиromеталлургических  
и литейных технологий, к.т.н.

П.А. Гамов



## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### *2.6.3 – Литейное производство*

#### **1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА**

Экзамен проводится в очном формате.

Форма проведения экзамена – письменно (ответы на вопросы выбранного претендентом билета).

Количество вопросов в билете определяется Программой вступительных испытаний по соответствующей научной специальности и равно 2.

Время для подготовки письменных ответов на вопросы – не менее 60 минут. Максимальное время для подготовки 180 минут (точное время указывается экзаменационной комиссией).

Перед началом экзамена вместе с билетом все претенденты получают карточки с указанием ID поступающего.

Ответы на вопросы абитуриенты оформляют на экзаменационных листах с указанием на них индивидуального кода (ID поступающего), без указания Фамилии Имени Отчества.

По истечении времени, обозначенного экзаменационной комиссией на подготовку ответов, претенденты сдают экзаменационные листы на проверку. Карточки ID хранятся у претендентов до объявления результатов экзамена. Члены комиссии озвучивают дату и время оглашения результатов.

При оглашении результатов проверки письменных ответов члены комиссии называют ID поступающего и его результат в баллах. Названный поступающий предъявляет карточку с соответствующим ID поступающего и называет свою Фамилию Имя Отчество для внесения информации в протокол экзамена.

В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе пройти собеседование с экзаменационной комиссией. Вопросы, выносимые на собеседование, должны быть в рамках программы вступительных испытаний. Количество вопросов на собеседовании – не более трех.

Вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена.

Баллы за ответы на дополнительные вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена и суммируются с баллами за письменные ответы на вопросы. При этом суммарный балл за общепрофессиональные компетенции (сумма баллов за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы) не должен превышать 100 баллов.

Баллы, выставленные за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы, обсуждению не подлежат. В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе, согласно п.35 Правил приема, подать апелляцию.

Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение производится только при предоставлении комиссии подтверждающих документов.



Сведения об индивидуальных достижениях и подтверждающие их документы должны быть предоставлены комиссии до получения карточки с указанием ID поступающего и экзаменационного билета. Сведения, предоставленные позднее оговоренного срока, не учитываются. Во время подготовки ответов экзаменационная комиссия проверяет предоставленные документы и производит их оценку на основании п.37 Правил приема.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия научной специальности программы аспирантуры, на которую поступает абитуриент.

Баллы за индивидуальные достижения заполняются комиссией в листе Индивидуальных достижений и вносятся в протокол экзамена.

Протоколы вступительных экзаменов, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в центральную приемную комиссию для ввода оценок в систему Универис в день оглашения результатов экзамена.

После ввода баллов протоколы, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в отдел аспирантуры и хранятся в личном деле поступающего.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Программа вступительного экзамена по научной специальности 2.6.3 – Литейное производство включает вопросы по 2 разделам:

1. ТЕОРИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В состав экзаменационного билета входят 2 вопроса:

- 1 вопрос из раздела «ТЕОРИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ»
- 2 вопрос из раздела «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ»

## **3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ**

### **Раздел I. ТЕОРИЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ**

1. Составляющие формовочных и стержневых смесей. Их классификация по составу. Основные физико-механические свойства смесей. Полиморфные превращения кварца при нагреве и охлаждении.
2. Капиллярно-пористая структура литейных форм, их физические модели. Характеристики литейных форм, как пористых сред.
3. Структура металлических расплавов. Теории, характеризующие структуру расплавов, их сущность.



4. Плотность и вязкость металлических расплавов (определение, влияние на литейные процессы, расчётная формула, методика измерения).
5. Поверхностное натяжение расплавов (определение, толкование с позиций молекулярно-кинетической теории, схемы действия сил на границе раздела фаз), процессы смачивания и их влияние на качество отливки.
6. Влияние поверхностного натяжения и краевого угла смачивания на литейные процессы, адгезия и когезия, уравнение Дюпре.
7. Жидкотекучесть расплавов (понятие, виды, связь с диаграммами состояния, определяющие факторы, методы определения).
8. Законы классической гидравлики, используемые при расчётах заполнения форм расплавом (понятие Ньютоновской жидкости, закон сохранения энергии – уравнение Бернулли, закон неразрывности потока).
9. Литниковые системы (назначение, составляющие элементы, требования). Способы подвода металла в полость формы. Алгоритмы расчёта литниковых систем при заливке форм расплавом из поворотных и стопорных ковшей.
10. Оптимальная продолжительность заливки форм расплавом (факторы, ее определяющие; расчётная формула). Уравнение для вычисления значения площади самого узкого сечения литниковой системы, обеспечивающей оптимальную продолжительность заливки форм.
11. Источники и формы существования газов в отливках, эндогенное и экзогенное образование газовых пороков в отливке. Закон фильтрации Дарси.
12. Закономерности капиллярного проникновения расплавов в форму (уравнения Пуазейля, Жюрена), пригар на отливках (виды, причины образования, меры борьбы).
13. Теплоперенос в системе металл-форма (законы Ньютона, Фурье, Стефана). Теплофизические свойства сплавов и материала формы. Критерии теплового подобия при расчётах тепловых процессов в форме. Понятие приведённой толщины отливок. Экспериментальные методы изучения процесса затвердевания отливок.
14. Усадка сплавов, причины возникновения и виды. Факторы, влияющие на объёмную усадку сплавов (химический состав сплава, условия охлаждения отливки в форме, конструкция отливки и др.). Влияние объёмной усадки сплавов на качество отливок, причины возникновения усадочных пустот в отливках. Связь диаграммы состояния с видом усадочных пороков отливок.
15. Прибыли, их классификация. Основные положения проектирования прибылей. Радиусы действия прибылей и края отливки. Методы расчёта прибылей (Василевского и Пржибыла).
16. Факторы, влияющие на трещинообразование отливок. Связь диаграммы состояния (с эвтектикой) со склонностью сплава к образованию трещин (СОТ). Виды трещин. Причины возникновения напряжений в отливке. Классификация напряжений.
17. Ликвация и неметаллические включения в отливках (параметры, виды и типы, причины образования в отливке, меры борьбы).
18. Кинетика и механизм образования усадочных пустот в отливках из сплавов, кристаллизующихся при постоянной температуре и в интервале температур.



19. Модифицирование расплавов (цель, классификация модификаторов, механизм их действия, примеры).
20. Теория затвердевания металлов. Объемное и направленное затвердевание отливок. Способы воздействия на процесс затвердевания отливок.

## Раздел II. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

1. Разработка рациональной конструкции и анализ технологичности литой детали. Основные принципы по определению положения отливки в форме. Основные положения по определению разъёма (разъёмов) литейной формы.
2. Классификация и маркировка формовочных песков и глин. Типы связующих материалов. Их особенности, недостатки и преимущества.
3. Уплотнение формовочных смесей воздушным потоком (СЕЙАТСУ-процесс), прессованием, встряхиванием, вибрацией, вакуумом, пескодудно-пескострельным способом, вакуумом.
4. Изготовление форм и стержней из холоднотвердеющих смесей на основе синтетических смол. Приготовление формовочных и стержневых смесей. Регенерация формовочных и стержневых смесей.
5. Способы крепления или нагружения форм перед заливкой. Их цель. Расчет массы груза.
6. Алгоритм процесса литья по разовым удаляемым моделям. Типы модельных масс. Изготовление моделей и модельных блоков. Связующие материалы и огнеупорные наполнители. Нанесение и формирование слоёв суспензии на модельном блоке. Способы отверждения слоёв суспензии. Удаление моделей
7. Процесс гидролиза этилсиликата. Типы получаемых растворов. Расчёт количества растворителя, катализатора и воды для гидролиза.
8. Литниково-питающие системы при литье по разовым удаляемым моделям. Расчет элементов ЛПС. Прокалка и заливка формооболочек металлом. Очистка отливок.
9. Технологические основы процесса изготовления керамических форм по ШОУ-процессу (назначение, используемые материалы, недостатки и преимущества).
10. Технология процесса изготовления оболочковых песчано-смоляных форм (используемые материалы, типы смесей, их преимущества и недостатки).
11. Литьё в кокиль. Типы кокилей. Материалы кокилей. Литниково-питающие системы. Основные технологические параметры процесса. Преимущества и недостатки литья в кокиль. Литье в облицованный кокиль.
12. Литье под регулируемым давлением (литьё под низким давлением, литье вакуумным всасыванием, литье с противодавлением). Основные технологические параметры процесса.
13. Литьё под давлением. Типы машин. Условия и режимы заполнения пресс-форм расплавом. Конструкция пресс-форм. Материал вставок.



14. Основные технологические параметры, определяемые при литье под давлением. Методика расчёта литниковых систем. Подвод металла к отливке.

15. Центробежное литье с горизонтальной и вертикальной осями вращения. Форма свободной поверхности. Давление в металле. Оптимальное число оборотов. Приводы установок.

16. Поведение неметаллических включений при центробежном литье. Особенности кристаллизации расплава. Защитные покрытия для центробежных металлических форм (изложниц).

17. Литьё по газифицируемым моделям. Способы изготовления моделей и блоков. Литниково-питающие системы. Расчет элементов ЛПС. Формовка модельных блоков. Заливка металла. Регенерация песка.

18. Прогрессивные принципы организации технологического процесса изготовления отливок. Поточные и автоматические линии.

19. Классификация литейных цехов. Объемно-планировочные решения и компоновочные схемы цехов.

20. Сплавы для художественного литья. Способы изготовления форм в художественном литье. Их преимущества и недостатки.

21. Классификация чугунов. Взаимосвязь структуры матрицы чугуна и формы графитовых включений с его механическими и литейными свойствами. Способы управления структурообразованием чугуна в отливках.

22. Выплавка чугуна в электродуговых печах и индукционных тигельных электропечах. Шихтовые материалы. Технология выплавки.

23. Способы внепечной обработки чугуна. Их цель, преимущества и недостатки.

24. Отливки из серого чугуна. Особенности технологии литейной формы и приготовления жидкого чугуна. Виды термообработки.

25. Отливки из высокопрочных чугунов с шаровидной и вермикулярной формой графита. Особенности технологии производства. Виды термообработки.

26. Чугуны со специальными свойствами. Назначение. Маркировка. Особенности технологии производства отливок.

27. Классификация литейных сталей. Агрегаты для выплавки стали. Их преимущества и недостатки.

28. Основные периоды плавки стали при основном и кислом процессах. Их сущность и задачи.

29. Температурный и временной режим заливки форм сталью. Линейная усадка стали. Трещины в отливках из стали. Их предотвращение.

30. Классификация неметаллических включений в стальных отливках, причины их образования и способы предотвращения.

31. Влияние углерода, серы и фосфора на литейные и служебные свойства сталей.

32. Влияние серы и фосфора на литейные и служебные свойства стали, способы десульфурации и дефосфорации сталей.

33. Влияние марганца, кремния и остаточного алюминия на технологические и служебные свойства отливок из стали.



34.Объёмная усадка стали и ее влияние на технологию отливок. Порядок проектирования прибылей для стальных отливок, контрольные параметры питания отливок из стали.

35.Взаимодействие расплавов цветных металлов с кислородом, водородом и азотом, сложными газами, материалами футеровок.

36.Подразделение алюминиевых литейных сплавов на группы. Плавильные агрегаты и технологические основы плавки. Особенности литья алюминиевых сплавов. Применяемые способы рафинирования и модифицирования алюминиевых сплавов разных групп.

37.Подразделение магниевых литейных сплавов на группы. Плавильные агрегаты и технологические основы плавки, процессы рафинирования и модифицирования, особенности литья магниевых сплавов.

38.Подразделение титановых литейных сплавов на группы. Типы применяемых литейных форм. Технологические основы плавки и литья титановых сплавов. Плавильно-заливочное оборудование.

39.Подразделение медных литейных сплавов на группы. Технологические основы плавки и литья оловянных, безоловянных бронз и латуней. Плавильное оборудование и способы литья.

40.Подразделение никелевых литейных сплавов на группы. Технологические основы плавки и литья сплавов в зависимости от группы. Плавильное оборудование и способы литья.

41.Технологии построения электронных чертежей литых деталей в специализированных графических пакетах. Способ построения электронного чертежа отливки с элементами литейной формы в параметрическом виде. Особенности параметризации графических объектов.

42.Современные подходы к автоматизированному проектированию технологической оснасти в литейном производстве.

43.Факторы повышения высокоточной трёхмерной печати моделей отливок на установках быстрого прототипирования.

44.Твердотельное компьютерное моделирование отливок и литейных форм. Понятие формообразующей операции, понятие «родитель», «потомок». Способы построения сборочных твердотельных моделей.

45.Алгоритм расчёта свойств отливок в системах компьютерного моделирования литейных процессов. Методика проведения вычислительного эксперимента. Факторы, определяющие достоверность результатов компьютерного моделирования.

46.Критериальные и вычислительные алгоритмы систем инженерного анализа литейных процессов. Особенности метода конечных разностей и метода конечных элементов.

#### **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ УСТНОГО СОБЕСЕДОВАНИЯ**

##### **4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ЗА КАЖДЫЙ ВОПРОС**



Каждый вопрос оценивается по категориям. Максимальное количество баллов за вопрос составляет 50 баллов и складывается из количества баллов за каждую категорию.

| Категория   | Критерий  |
|---|---|
| 1. Основные понятия и определения   | <p>10 баллов – даны определения всех понятий</p> <p>8 баллов - даны определения всех понятий; имеются неточности в определениях</p> <p>6 баллов – даны правильные определения менее половины понятий</p> <p>4 балла – даны определения менее половины понятий; имеются неточности в определениях</p> <p>2 балла – все определения содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – определения основных понятия отсутствуют</p>   |
| 2. Типы, виды объекта   | <p>10 баллов – перечислены все типы, виды</p> <p>8 баллов – перечислены все типы, виды; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины типов, видов</p> <p>4 балла – перечислены менее половины типов, видов; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные типы, виды содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют типы, виды</p>   |
| 3. Состав (составные элементы) объекта  | <p>10 баллов – перечислены все составные элементы</p> <p>8 баллов – перечислены все составные элементы; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины составные элементы</p> <p>4 балла – перечислены менее половины составные элементы; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные составные элементы содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют составные элементы</p>   |
| 4. Схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение объекта | <p>10 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение</p> <p>8 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений</p> <p>4 балла – представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений; имеются неточности</p> <p>2 балла – все представленные схем, математических выражений и формул, графических изображений содержат</p> |



| Категория                               | Критерий   |
|---|--|
|   | грубые ошибки<br>0 баллов – отсутствуют схем, математических выражений и формул, графических изображений   |
| 5. Параметры оценки показателей объекта | 10 баллов – перечислены все параметры<br>8 баллов – перечислены все параметры; имеются неточности<br>6 баллов – правильно перечислены менее половины параметров<br>4 балла – перечислены менее половины параметров; имеются неточности<br>2 балла – все перечисленные параметры содержат грубые ошибки<br>0 баллов – отсутствуют параметры |

#### 4.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНЫХ ОТВЕТОВ

Общий балл за ответы на вопросы собеседования не должен превышать 15 баллов.

Сумма баллов за ответы по билету и устные ответы на собеседовании не должна превышать 100 баллов.

#### 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Теория формирования отливки: учеб. пособие по направлению 22.03.02 и 22.04.02 "Металлургия" / Л. Г. Знаменский и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. и литейные технологии; ЮУрГУ, 2017
2. Чуркин, Б. С. Теория литейных процессов Текст учебник для вузов по специальности 020500.09 Б. С. Чуркин; под ред. Э. Б. Гофмана; Рос. гос. проф.-пед. ун-т и др. - Екатеринбург: РГППУ, 2006. - 453 с. ил.
3. Васильев, В. А. Физико-химические основы литейного производства Учеб. для вузов по направлению подготовки специалистов 651400 "Машиностроит. технологии и оборудование" и др. В. А. Васильев. - М.: Интернет Инжиниринг, 2001. - 335,[1] с. ил.
4. Дубровин, В. К. Технологические процессы литья Текст учеб. пособие для вузов по направлению 150400 "Металлургия" В. К. Дубровин, А. В. Карпинский, О. М. Заславская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Metallургия и литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 193, [1] с. ил. электрон. версия
5. Сысоев, С. К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов Текст учеб. пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в" С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. - СПб. и др.: Лань, 2011. - 349 с. ил.
6. Жуковский, С. С. Холоднотвердеющие связующие и смеси для литейных стержней и форм Текст справочник С. С. Жуковский. - М.: Машиностроение, 2010. - 255, [1] с. ил., табл.
7. Теория и технология цветного литья Текст учеб. пособие по направлению 150400 (22.04.02) "Металлургия" Б. А. Кулаков и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Metallургия и литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 147, [1] с. ил. электрон. версия
8. Производство отливок из сплавов цветных металлов Текст учебник для вузов по направлению "Металлургия" А. В. Курдюмов и др.; под общ. ред. В. Д. Белова ; Нац. исслед. технол. ун-т "МИСиС", Каф. Технологии литейных процессов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: МИСИС, 2011. - 614 с. ил.
9. Проектирование и реконструкция литейных цехов Текст учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" Б. А. Кулаков и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Metallургия и



- литейн. пр-во; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 141, [1] с. ил. электрон. версия
10. Производство чугунных отливок Текст учебник для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Литейное пр-во черных и цв. металлов" В. Д. Белов и др.; под ред. В. М. Колокольцева, Ри Хосена ; Магнитогор. гос. техн. ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск: Издательство МГТУ, 2009. – 521 с.
  11. Справочник по чугунному литью Текст Г. И. Сильман и др. ; под ред. Н. Г. Гиршовича. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1978. - 758 с. ил.
  12. Производство стальных отливок Учеб. для вузов по специальности 110400 "Литейное пр-во чер. и цв. металлов" Л. Я. Козлов, В. М. Колокольцев, К. Н. Вдовин и др.; Под ред. Л. Я. Козлова. - М.: МИСИС, 2003. - 350,[1] с. ил.
  13. Технология литейного производства. Специальные способы литья Текст учеб. пособие для вузов по специальности "Литейное пр-во черных и цв. металлов" Б. А. Кулаков и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 142, [1] с. ил. электрон. версия
  14. Матвеевко, И. В. Оборудование литейных цехов Текст Ч. 1 учеб. пособие для вузов по направлению 651400 "Машиностроит. технологии и оборудование", по специальности 120300 "Машины и технология литейного пр-ва" И. В. Матвеевко ; Моск. гос. индустр. ун-т. - 2-е изд., стер. - М.: МГИУ, 2009. - 172 с. ил.
  15. Матвеевко, И. В. Оборудование литейных цехов Текст Ч. 2 учеб. пособие для вузов по специальности 150204 "Машины и технологии литейного пр-ва" И. В. Матвеевко ; Моск. гос. индустр. ун-т. - М.: МГИУ, 2009. - 307 с. ил.
  16. Шуляк, В. С. Проектирование литейных цехов Текст учебное пособие для вузов по направлению 651400 "Машиностр. технологии и оборудование" специальности "Машины и технология литейного пр-ва" В. С. Шуляк ; Моск. гос. индустр. ун-т, Ин-т дистанц. образования. - 3-е изд., стер. - М.: Издательство МГИУ, 2007. - 92 с. ил.
  17. Технология художественного литья Текст учеб. для вузов Н. И. Бех и др. ; под ред. Ри Хосена. - СПб.: Издательство Политехнического университета, 2006. - 453, [1] с. ил. 21 см.
  18. Дубровин, В. К. Художественное литье Текст учеб. пособие для вузов по специальности 050501.09 "Профессиональное обучение (металлург. пр-ва)" В. К. Дубровин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. - 97, [1] с. ил.
  19. Изготовление художественных отливок В. А. Васильев, Н. И. Бех, Э. Ч. Гини, А. М. Петриченко; Под ред. В. А. Васильева. - М.: Интернет Инжиниринг, 2001. - 303 с. ил.
  20. Дубровин, В. К. Технология литейного производства. Формовочные материалы Текст учеб. пособие В. К. Дубровин, И. Н. Ермаков. А. В. Карпинский ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 138, [1] с. ил.
  21. Кулаков, Б. А. Специальные способы литья. Литье в разовые формы Текст учеб. пособие для вузов по специальности "Литейное пр-во черных и цв. металлов" Б. А. Кулаков, Л. Г. Знаменский, О. В. Ивочкина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Рос. акад. естеств. наук, Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. - 170, [1] с. ил.

#### Электронная основная литература

| Наименование   | Наименование ресурса      | Доступность               |
|--|---------------------------|---------------------------|
| Теория формирования отливки [Текст] : учеб. пособие по направлению 22.03.02 и 22.04.02 "Металлургия"/Л. Г. Знаменский и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. и литейные технологии ; ЮУрГУ, 2017. - <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000553967">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000553967</a> | Электронный каталог ЮУрГУ | Интернет / Авторизованный |



| Наименование  | Наименование ресурса                              | Доступность                    |
|---|---|--------------------------------|
| Дубровин, В. К., Технологические процессы литья [Текст] / В.К.Дубровин, А.В. Карпинский, О.М. Заславская. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. 194 с. 49-экз.<br><a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000517462">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000517462</a> .  | Электронный каталог ЮУрГУ                         | ЛокальнаяСеть / Авторизованный |
| . Чернышов, Е.А. Литейные технологии. Основы проектирования в примерах и задачах: учебное пособие. [Электронный ресурс] / Е.А. Чернышов, В.И. Паньшин. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2011. — 288 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2017">http://e.lanbook.com/book/2017</a>  | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | ЛокальнаяСеть / Авторизованный |
| Технология литейного производства. Специальные способы литья [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Литейное пр-во черных и цв. металлов" Б. А. Кулаков и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 142, [1] с. ил. электрон. версия   | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Интернет / Свободный           |
| Клецкин, Б. Э. Производство отливок из стали и чугуна Текст учеб. пособие Б. Э. Клецкин, В. И. Швецов, А. В. Карпинский ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 103, [1] с   | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Интернет / Свободный           |
| Производство стальных отливок Учеб. для вузов по специальности 110400 "Литейное пр-во чер. и цв. металлов" Л. Я. Козлов, В. М. Колокольников, К. Н. Вдовин и др.; Под ред. Л. Я. Козлова. - М.: МИСИС, 2003. - 350,[1] с. ил.   | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет / Свободный           |
| Теория и технология цветного литья [Текст] учеб. пособие по направлению 150400 (22.04.02) "Металлургия" Б. А. Кулаков и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Metallургия и литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 147, [1] с. ил. электрон. версия  | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Интернет / Свободный           |
| Проектирование и реконструкция литейных цехов [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" Б. А. Кулаков и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Metallургия и литейн. пр-во; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 141, [1] с. ил. электрон. версия   | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Интернет / Свободный           |
| Проектирование и реконструкция литейных цехов. Учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" Б. А. Кулаков и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Metallургия и литейн. пр-во; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 141, [1] с. ил.   | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Интернет / Свободный           |
| Художественное литье [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности 050501.09 "Профессиональное обучение (металлург. пр-ва)" / В. К. Дубровин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ, 2009-97 с.<br><a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000424037">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000424037</a> | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Интернет / Авторизованный      |



| Наименование   | Наименование ресурса                              | Доступность               |
|--|---|---------------------------|
| Буймов, Б.А. Геометрическое моделирование и компьютерная графика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2011. — 104 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/11670">http://e.lanbook.com/book/11670</a> — Загл. с экрана   | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| Жуков, Ю.Н. Инженерная и компьютерная графика. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2010. — 177 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/5455">http://e.lanbook.com/book/5455</a> — Загл. с экрана.   | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |
| Теория литейных процессов [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности 150104 "Литейное пр-во черных и цв. металлов" / Л. Г. Знаменский, О. В. Ивочкина ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ, 2011 - 146 с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000496759">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000496759</a> | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Интернет / Авторизованный |

## 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия Текст справ. А. Н. Болдин, Н. И. Давыдов, С. С. Жуковский и др. - М.: Машиностроение, 2006. - 506 с. ил.
2. Электроимпульсная и ультразвуковая обработка материалов в точном литье Текст монография Л. Г. Знаменский и др.; Рос. акад. естеств. наук ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 258, [1] с. ил.
3. Технология литейного производства Учеб. Урал. гос. проф.-пед. ун-т и др.; Б. С. Чуркин, Э. Б. Гофман, С. Г. Майзель и др.; Под ред. Б. С. Чуркина; Инженер.-пед. ин-т. - Екатеринбург: Уральский государственный профессионально-педагогич, 2000
4. Жуковский, С. С. Формовочные материалы и технология литейной формы Справочник Под общ. ред. С. С. Жуковского. - М.: Машиностроение, 1993. - 431 с. ил.
5. Дубровин, В. К. Технология литейного производства Текст учеб. пособие для вузов по специальности "Литейное производство черных и цветных металлов" В. К. Дубровин, А. В. Карпинский, Л. Г. Знаменский ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 144, [1] с. ил.
6. Дубровин, В. К. Применение отработанного динаса в литье по выплавляемым моделям Текст монография В. К. Дубровин, А. В. Карпинский, О. М. Пашнина ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. - 116 с.
7. Цветное литье Справочник Н. М. Галдин и др. - М.: Машиностроение, 1989. - 527 с. ил.
8. Специальные способы литья Текст учебник для вузов по специальности 050501.08 - Проф. обучение (машиностр. и технол. оборудование) Б. С. Чуркин и др.; под ред. Б. С. Чуркина ; Юж.-Урал. гос. ун-т и др.; ЮУрГУ. - Екатеринбург: РГППУ, 2010. - 730 с. ил.
9. Дубровин, В. К. Производство отливок из никелевых и титановых сплавов в термохимически стойких формах Текст монография В. К. Дубровин, Б. А. Кулаков, А. В. Карпинский ; Рос. акад. естеств. наук ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 232, [1] с. черт.
10. Воздвиженский, В. М. Контроль качества отливок Учеб. пособие для вузов В. М. Воздвиженский, А. А. Жуков, В. К. Бастраков. - М.: Машиностроение, 1990. - 237 с. ил.
11. Чугун Справ. А. Д. Шерман и др.; Под ред.: А. Д. Шермана, А. А. Жукова. - М.: Металлургия, 1991. - 574, [1] с. ил.



12. Чернышов, Е. А. Литейные сплавы и их зарубежные аналоги Текст справочник Е. А. Чернышов. - М.: Машиностроение, 2006. - 334, [1] с. ил. 22 см.
13. Шульте, Ю. А. Производство отливок из стали Учеб. для вузов по спец."Литейн. пр-во чер. и цв. металлов", "Машины и технология литейн. пр-ва". - Киев; Донецк: Вища школа, 1983. - 183 с. ил.
14. Пикунов, М. В. Плавка металлов, кристаллизация сплавов, затвердевание отливок Учеб. пособие для вузов по специальности 150104(110400) "Литейное пр-во черн. и цв. металлов" М. В. Пикунов. - М.: Издательство МИСИС, 2005. - 414, [1] с. ил.
15. Миляев, А. Ф. Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов Учеб. пособие для вузов по специальности 110400-Литейное пр-во чер. и цвет. металлов Магнитогор. гос. техн. ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск: Б. И., 1999. - 410 с. ил.
16. Литье по выплавляемым моделям В. Н. Иванов, С. А. Казеннов, Б. С. Курчман и др.; Под общ. ред. Я. И. Шкленника, В. А. Озерова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. - 407 с. ил.
17. Черепашков, А. А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении Текст учебник для вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и производств (машиностроение)" А. А. Черепашков, Н. В. Носов. - Волгоград: Ин-Фолио, 2009. - 591 с. ил., табл.
18. Инженерная экология литейного производства Текст учеб. пособие для вузов по специальности "Машины и технология литейного производства" А. Н. Болдин и др. ; под общ. ред. А. Н. Болдина. - М.: Машиностроение, 2010. - 347, [1] с. ил., табл.

#### Электронная дополнительная литература

| Наименование   | Наименование ресурса                              | Доступность                     |
|--|---|---------------------------------|
| Жуковский, С.С. Холоднотвердеющие связующие и смеси для литейных стержней и форм: справочник. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2010. — 256 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/737">http://e.lanbook.com/book/737</a>                                   | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Локальная Сеть / Авторизованный |
| Клецкин, Б. Э. Производство отливок из сплавов на основе железа Учеб. пособие: Компьютер. версия / Б. Э. Клецкин, В. И. Швецов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Литейн. пр-во; ЮУрГУ, Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2005   | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Интернет / Свободный            |
| Токовой, О. К. Экология для инженеров [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" О. К. Токовой ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 229, [1] с. ил. 1 отд. л.  | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Интернет / Свободный            |
| Войнич, Е.А. Дизайн ювелирных и декоративных изделий из цветных металлов и сплавов. [Электронный ресурс] : моногр. — Электрон. дан. — М. : ФЛИНТА, 2016. — 122 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/72629">http://e.lanbook.com/book/72629</a> — Загл. с экрана.                     | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет / Авторизованный       |
| Леликов, О.П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу "Детали машин". [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 464 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/745">http://e.lanbook.com/book/745</a> — Загл. с экрана. | Электронно-библиотечная система Издательства Лань | Интернет / Авторизованный       |



## 7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
3. Public.ru – публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>
4. ЭБС «Лань», доступ к бесплатному пакету <http://e.lanbook.com>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY (<http://www.elibrary.ru/>)

Разработчики:

Профессор кафедры

пиromеталлургических и литейных технологий, д.т.н.



Б.А. Кулаков

Профессор кафедры

пиromеталлургических и литейных технологий, д.т.н.



Л.Г. Знаменский



## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### *2.6.4 – Обработка металлов давлением*

#### **1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА**

Экзамен проводится в очном формате.

Форма проведения экзамена – письменно (ответы на вопросы выбранного претендентом билета).

Количество вопросов в билете определяется Программой вступительных испытаний по соответствующей научной специальности и равно 2.

Время для подготовки письменных ответов на вопросы – не менее 60 минут. Максимальное время для подготовки 180 минут (точное время указывается экзаменационной комиссией).

Перед началом экзамена вместе с билетом все претенденты получают карточки с указанием ID поступающего.

Ответы на вопросы абитуриенты оформляют на экзаменационных листах с указанием на них индивидуального кода (ID поступающего), без указания Фамилии Имени Отчества.

По истечении времени, обозначенного экзаменационной комиссией на подготовку ответов, претенденты сдают экзаменационные листы на проверку. Карточки ID хранятся у претендентов до объявления результатов экзамена. Члены комиссии озвучивают дату и время оглашения результатов.

При оглашении результатов проверки письменных ответов члены комиссии называют ID поступающего и его результат в баллах. Названный поступающий предъявляет карточку с соответствующим ID поступающего и называет свою Фамилию Имя Отчество для внесения информации в протокол экзамена.

В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе пройти собеседование с экзаменационной комиссией. Вопросы, выносимые на собеседование, должны быть в рамках программы вступительных испытаний. Количество вопросов на собеседовании – не более трех.

Вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена.

Баллы за ответы на дополнительные вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена и суммируются с баллами за письменные ответы на вопросы. При этом суммарный балл за общепрофессиональные компетенции (сумма баллов за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы) не должно превышать 100 баллов.



Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение проводится только при предоставлении комиссии подтверждающих документов.

Сведения об индивидуальных достижениях и подтверждающие их документы должны быть предоставлены комиссии во время проведения вступительного испытания по специальной дисциплине. Сведения, предоставленные позднее оговоренного срока, не учитываются.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия научной специальности программы аспирантуры на которую поступает абитуриент.

Баллы за индивидуальные достижения заполняются комиссией в листе Индивидуальных достижений и вносятся в протокол экзамена.

Протоколы вступительных экзаменов, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в центральную приемную комиссию для ввода оценок в систему Универсис в день оглашения результатов экзамена.

После ввода баллов протоколы, экзаменационные листы и листы учета индивидуальных достижений передаются в отдел аспирантуры и хранятся в личном деле поступающего.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Программа вступительного экзамена по научной специальности 2.6.4 – Обработка металлов давлением включает вопросы по 2 разделам:

Раздел 1. Теория обработки металлов давлением.

Раздел 2. Технологии производства продукции методами обработки металлов давлением.

В состав экзаменационного билета входят 2 вопроса выбранные из двух разделов.

## **3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ**

*Экзаменационные вопросы к разделу 1 «Теория обработки металлов давлением»:*

1. Деформация сплошной среды. Тензоры конечных деформаций. Главные деформации, интенсивность деформаций сдвига.
2. Течение сплошной среды. Поле вектора скорости. Главные скорости деформации, интенсивность скоростей деформаций сдвига.
3. Уравнение неразрывности и несжимаемости.



4. Напряжения. Пластическое состояние. Напряженное состояние. Главные нормальные и касательные напряжения.
5. Простейшие реологические модели. Условия пластичности. Краевая задача теории пластичности.
6. Строение металлов. Дефекты кристаллического строения металлов.
7. Процессы, происходящие при нагреве наклепанного металла. Классификация процессов ОМД по температурным условиям.
8. Теория подобия в процессах обработки металлов давлением.
9. Методы исследований деформаций. Границы применимости экспериментальных методов, их точность и чувствительность.
10. Методы планирования экспериментов и обработка экспериментальных данных.
11. Физическая природа трения. Виды и законы трения.
12. Смазки, их свойства, назначение и основные требования к ним.
13. Сопротивление деформации. Экспериментальные методы определения, расчет сопротивления деформации.
14. Работа и мощность деформации. Тепловыделения в процессе деформации.
15. Пластичность и деформируемость металлов и методы определения.
16. Виды разрушения при пластической деформации. Диаграмма пластичности.
17. Понятие математической модели, общие принципы и этапы построения математической модели.
18. Очаг деформации. Условия захвата полосы валками.
19. опережение, отставание, расчетные формулы для их определения. Влияние технологических параметров на величину опережения.
20. Уширение и факторы, влияющие на его величину. Неравномерность уширения в очаге деформации.
21. Контактные напряжения при прокатке (плоская задача). Дифференциальное уравнение контактных напряжений.



22. Распределение деформаций и напряжений в объеме очага деформации в зависимости от фактора формы очага деформации.
23. Усилие прокатки и факторы, определяющие его величину. Особенности расчета усилий в зависимости от фактора формы очага деформации.
24. Энергия, затрачиваемая на прокатку, методы определения работы и мощности прокатки. Момент прокатки.
25. Температурные условия в очаге деформации. Расчет температуры металла при прокатке.
26. Особенности процесса прокатки в калибрах. Аналитическое описание формы калибров, показатель и коэффициент формы.
27. Влияние формы калибра и раската на формоизменение и напряженное состояние металла. Расчет уширения в калибрах.
28. Расчет среднего давления и усилий прокатки в калибрах.
29. Винтовая прокатка. Особенности процесса, очаг деформации и его параметры.
30. Пилигримовая прокатка. Особенности деформации металла. Скоростные условия. Зоны опережения и отставания.
31. Холодная периодическая прокатка труб. Скоростные условия. Энергосиловые параметры процесса.

*Экзаменационные вопросы к разделу 2 «Технологии производства продукции методами обработки металлов давлением»:*

1. Профильный и марочный сортамент прокатного производства черных и цветных металлов. Способы производства слитков и заготовок.
2. Технология нагрева исходных материалов перед прокаткой и охлаждения после прокатки.
3. Калибровка валков для прокатки блюмов и заготовок простых и фасонных сортовых профилей. Методики расчета калибровки валков прокатного стана.



4. Совмещенные технологические процессы в производстве листовой и сортовой продукции. Технологические особенности прокатки непрерывно-литого металла.
5. Характеристика качества продукции прокатного производства. Контроль качества прокатной продукции, способы удаления дефектов.
6. Основы автоматизации технологических процессов.
7. Сортамент и методы испытаний стальных труб.
8. Производство труб прессованием.
9. Разновидности процесса волочения, деформационные показатели. Расчетные методы определения напряжений и усилия волочения.
10. Технология и принципы расчета маршрутов волочения труб.
11. Сортамент и основные требования, предъявляемые к качеству изделий, получаемых волочением.
12. Технологический процесс и основное оборудование для производства прутков, труб, проволоки, калиброванного металла и фасонных профилей волочением.
13. Сущность и разновидности процессов прессования. Температурные условия процессов прессования.
14. Типовые технологические схемы производства прессованных полуфабрикатов и изделий.
15. Способы получения пресс-изделий различных типов.
16. Геометрические параметры очага деформации для различных процессовковки.
17. Основные типы агрегатов дляковки. Нагрев металла передковкой.
18. Разновидности операцийковки, оборудования и режимы отделки.
19. Объемная штамповка. Характеристика разновидностей объемной штамповки.
20. Технологические процессы объемной штамповки.
21. Термомеханические режимы штамповки. Методы расчета деформирующих усилий при объемной штамповке.



22. Отделочные операции и пути повышения качества штампованных поковок.
23. Листовая штамповка и формовка. Особенности деформирования металла при операциях листовой штамповки
24. Технологические процессы листовой штамповки и формовки, области применения и классификация изделий.
25. Производство полуфабрикатов и изделий из порошковых материалов методами прокатки, прессования (экструзии).
26. Производство композиционных материалов (слоистых, волокнистых, дисперсно-упрочненных) с использованием процессов прокатки и прессования.
27. Основы ресурсо- и энергосбережения в технологических процессах ОМД.
28. Виды производств: листопрокатное, сортопрокатное, трубопрокатное, волочильное, прессовое, кузнечно-штамповочное, специальные.

#### **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ УСТНОГО СОБЕСЕДОВАНИЯ**

##### **4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ**

| Балл                | Критерий  |
|---------------------|---|
| От 86 до 100 баллов | <p>Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.</p> <p>Демонстрируются глубокие знания дисциплин специальности.</p> <p>Делаются обоснованные выводы.</p> <p>Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.</p> <p>Сформированы навыки исследовательской деятельности</p> |
| От 71 до 85 баллов  | <p>Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно.</p>  |



|                    |   |
|--------------------|---|
|                    | <p>Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.</p> <p>Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.</p> <p>Продемонстрированы навыки исследовательской деятельности.</p> |
| От 50 до 70 баллов | <p>Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.</p> <p>Демонстрируются поверхностные знания дисциплин специальности.</p> <p>Имеются затруднения с выводами.</p> <p>Определения и понятия даны нечётко.</p> <p>Навыки исследовательской деятельности представлены слабо.</p>   |
| 49 баллов и менее  | <p>Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.</p>   |

#### **4.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНЫХ ОТВЕТОВ**

Общий балл за ответы на вопросы собеседования не должен превышать 15 баллов.

Сумма баллов за ответы по билету и устные ответы на собеседовании не должно превышать 100 баллов.

### **5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1986. 688 с. (1-е изд.); Екатеринбург: УГТУ – УПИ. 2001. – 836 с. (2-е изд.).



2. Гун Г.Я. Теоретические основы обработки металлов давлением (теория пластичности). Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1980. – 456 с.
3. Тюрин В.А., Мохов А.И. Теория обработки металлов давлением. Под ред. проф. В.А. Тюрин. Учебник для вузов. – Волгоград: РПК «Политехник», 2000. – 416 с.
4. Гун Г.Я. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением. Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1983. – 352 с.
5. Полухин П.И., Горелик С.С., Воронцов В.К. Физические основы пластической деформации. Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1982. – 584 с.
6. Физическое металловедение. Учебник для вузов. С.В. Грачев, В.Р. Бараз, А.А. Богатов, В.П. Швейкин – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2000. – 534.
7. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1980. – 360 с.
8. Потапов И.Н., Коликов А.П., Дрян В.И. Теория трубного производства. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1991. – 424 с.
9. Охрименко Я.М., Тюрин В.А. Теория процессовковки. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа. 1977. – 295 с.
10. Перлин И.Л., Райтбарт Л.Х. Теория прессования металлов. Учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1975. – 448 с.
11. Перлин И.Л., Ерманок М.З. Теория волочения. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1971. – 447 с.
12. Прокатное производство / П.И. Полухин, Н.М. Федосов, А.А. Королев, Ю.М. Матвеев. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1960. – 966 с. (1-е изд.); 1968 – 676 с. (2-е изд.).
13. Смирнов В.К., Шилов В.А., Инатович Ю.В. Калибровка прокатных валков. М.: Металлургия. 1987. – 367 с.
14. Технология обработки давлением цветных металлов и сплавов. Учебник для вузов / А.В. Зиновьев, А.И. Колпашников, П.И. Полухин и др. – М.: Металлургия, 1992. – 512 с.
15. Технология производства труб. Учебник для вузов / И.Н. Потапов, А.П. Коликов, В.Н. Данченко и др. – М.: Металлургия, 1994. – 528 с.



16. Кобелев А.Г., Потапов И.Н., Кузнецов Е.В. Технология слоистых металлов. Учебное пособие для вузов. – М.: Металлургия, 1991. – 248 с.

## 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кучеряев Б.В. Механика сплошных сред. Учебник для вузов. М.: МИСиС. 2000. – 320 с.
2. Экспериментальные методы механики деформируемых твердых тел (технологические задачи обработки давлением) / В.К. Воронцов, П.И. Полухин, В.А. Белевитин, В.В. Бринза – М.: Металлургия, 1990. – 480 с.
3. Грудев А.П. Теория прокатки. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1988. – 240 с.
4. Теория прокатки. Справочник. А.И. Целиков, А.Д. Томленов, В.И. Зюзин и др. – М.: Металлургия, 1982. – 335 с.
5. Теорияковки и штамповки. Учебное пособие для вузов. Под ред. Е.П. Унксова и А.Г. Овчинникова. М.: Машиностроение, 1993.
6. Осадчий В.Я., Воронцов А.Л., Безносиков И.И. Теория и расчеты технологических параметров штамповки выдавливанием. Учебное пособие для вузов. М.: МГАПИ, 2001. – 307 с.
7. Бережной В.Л., Щерба В.Н., Батулин А.И. Прессование с активным действием сил трения. М.: Металлургия, 1988. – 296 с.
8. Грудев А.П., Машкин Л.Ф., Ханин Л.И. Технология прокатного производства. Учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1994. – 656 с.
9. Технология прокатного производства. Справочник в двух книгах. Под редакцией В.И. Зюзина и А.В. Третьякова. – М.: Металлургия. 1991. – 859 с.
10. Технология и оборудование трубного производства. Учебник для вузов. / В.Я. Осадчий, А.С. Вавилин, В.Г. Зимовец, А.П. Коликов. – М.: Интернет Инжиниринг, 2001. – 608 с.
11. Новые процессы деформации металлов и сплавов. Учебное пособие для вузов. / А.П. Коликов, П.И. Полухин, А.В. Крупин и др. – М.: Высшая школа, 1986. – 351 с.



12. Щерба В.Н., Райтбарг Л.Х. Технология прессования металлов. Учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1995. – 336 с.
13. Алиев Ч.А., Тетерин Г.П. Система автоматизированного проектирования технологии горячей объемной штамповки. М.: Машиностроение, 1987. 224 с.
14. Друянов Б.А. Прикладная теория пластичности пористых тел. М.: Машиностроение, 1989. – 168 с.
15. Чернышев В.Н., Линецкий Б.Л., Крупин А.В. Обработка металлов давлением в контролируемых средах. – М.: Металлургия, 1993. – 272 с.
16. Обработка металлов взрывом / А.В. Крупин, В.Я. Соловьев, Г.С. Попов и др. – М.: Металлургия, 1991. – 496 с.
17. Колпашников А.И., Арефьев Б.А., Мануйлов В.Ф. Деформирование композиционных материалов. – М.: Металлургия, 1982. – 243 с.

#### 7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
3. Public.ru – публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>
4. Университетская библиотека «Online»
5. ЭБС «Лань», доступ к бесплатному пакету <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY (<http://www.elibrary.ru/>)

#### РАЗРАБОТЧИКИ

Заведующий кафедрой ПиМОМД, д.т.н.



А.В. Выдрин

Профессор кафедры ПиМОМД, д.т.н.



Б.А. Чаплыгин



## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### *2.6.17 – Материаловедение*

#### **1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА**

Экзамен проводится в очном формате.

Форма проведения экзамена – письменно (ответы на вопросы выбранного претендентом билета).

Количество вопросов в билете определяется Программой вступительных испытаний по соответствующей научной специальности и равно 2.

Время для подготовки письменных ответов на вопросы – не менее 60 минут. Максимальное время для подготовки 180 минут (точное время указывается экзаменационной комиссией).

Перед началом экзамена вместе с билетом все претенденты получают карточки с указанием ID поступающего.

Ответы на вопросы абитуриенты оформляют на экзаменационных листах с указанием на них индивидуального кода (ID поступающего), без указания Фамилии Имени Отчества.

По истечении времени, обозначенного экзаменационной комиссией на подготовку ответов, претенденты сдают экзаменационные листы на проверку. Карточки ID хранятся у претендентов до объявления результатов экзамена. Члены комиссии озвучивают дату и время оглашения результатов.

При оглашении результатов проверки письменных ответов члены комиссии называют ID поступающего и его результат в баллах. Названный поступающий предъявляет карточку с соответствующим ID поступающего и называет свою Фамилию Имя Отчество для внесения информации в протокол экзамена.

В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе пройти собеседование с экзаменационной комиссией. Вопросы, выносимые на собеседование, должны быть в рамках программы вступительных испытаний. Количество вопросов на собеседовании – не более трех.

Вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена.

Баллы за ответы на дополнительные вопросы собеседования отражаются в протоколе экзамена и суммируются с баллами за письменные ответы на вопросы. При этом суммарный балл за общепрофессиональные компетенции (сумма баллов за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы) не должен превышать 100 баллов.

Баллы, выставленные за ответы претендента на вопросы по билету и ответы на дополнительные вопросы, обсуждению не подлежат. В случае несогласия поступающего с выставленными баллами он вправе, согласно п.35 Правил приема, подать апелляцию.



3. Механические и прочностные свойства материалов (металлические и керамические материалы). Зависимость свойств от температуры, химического состава и структурного состояния материала.

4. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Методы построения диаграмм состояния. Какую информацию о материале можно получить исходя из анализа диаграмм состояния.

### *Экзаменационные вопросы к разделу 2*

#### *«Материаловедение. Технология конструкционных материалов»*

1. Стали и чугуны. Классификация по химическому и фазовому составу, маркировка, механические и специальные свойства. Особенности выплавки, разливки, термообработки. Примеры применения материалов.

2. Алюминиевые и медные сплавы. Классификация по химическому составу, маркировка, механические и специальные свойства. Особенности выплавки, разливки, термообработки. Примеры применения материалов.

3. Керамические материалы. Классификация по химическому составу, маркировка, механические и специальные свойства. Изготовление материалов методами плавления и методами порошковой металлургии. Примеры применения материалов.

4. Углеродные материалы. Классификация по свойствам и назначению, маркировка, механические и специальные свойства. Технологии изготовления. Примеры применения материалов.

5. Композиционные материалы. Классификация по составу и структуре. Технологии изготовления композиционных материалов, их теоретические основы и техническая реализация. Примеры применения материалов.

6. Наноматериалы. Классификация по размерности и структуре. Технологии изготовления наноматериалов по методу «сверху–вниз», их теоретические основы и техническая реализация. Примеры применения материалов.

7. Наноматериалы. Классификация по размерности и структуре. Технологии изготовления наноматериалов по методу «снизу–вверх», их теоретические основы и техническая реализация. Примеры применения материалов.

## **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ И ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ УСТНОГО СОБЕСЕДОВАНИЯ**

### **4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПИСЬМЕННЫХ ОТВЕТОВ**

Каждый вопрос оценивается по категориям. Максимальное количество баллов за вопрос составляет 50 баллов и складывается из количества баллов за каждую категорию.

| Категория                         | Критерий   |
|-----------------------------------|--|
| 1. Основные понятия и определения | 10 баллов – даны определения всех понятий<br>8 баллов - даны определения всех понятий; имеются неточности в определениях |



|   |  |
|---|--|
|   | <p>6 баллов – даны правильные определения менее половины понятий</p> <p>4 балла – даны определения менее половины понятий; имеются неточности в определениях</p> <p>2 балла – все определения содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – определения основных понятия отсутствуют</p>  |
| 2. Типы, виды объекта   | <p>10 баллов – перечислены все типы, виды</p> <p>8 баллов – перечислены все типы, виды; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины типов видов</p> <p>4 балла – перечислены менее половины типов, видов; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные типы, виды содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют типы, виды</p>   |
| 3. Состав (составные элементы) объекта  | <p>10 баллов – перечислены все составные элементы</p> <p>8 баллов – перечислены все составные элементы; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины составные элементы</p> <p>4 балла – перечислены менее половины составные элементы; имеются неточности</p> <p>2 балла – все перечисленные составные элементы содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют составные элементы</p>  |
| 4. Схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение объекта | <p>10 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение</p> <p>8 баллов – представлены все схемы, математические выражения и формулы, графическое изображение; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений</p> <p>4 балла – представлено менее половины схем, математических выражений и формул, графических изображений; имеются неточности</p> <p>2 балла – все представленные схем, математических выражений и формул, графических изображений содержат грубые ошибки</p> <p>0 баллов – отсутствуют схем, математических выражений и формул, графических изображений</p> |
| 5. Параметры оценки показателей объекта                                       | <p>10 баллов – перечислены все параметры</p> <p>8 баллов – перечислены все параметры; имеются неточности</p> <p>6 баллов – правильно перечислены менее половины параметров</p> <p>4 балла – перечислены менее половины параметров; имеются неточности</p>  |



|  |  |
|--|--|
|  | 2 балла – все перечисленные параметры содержат грубые ошибки<br>0 баллов – отсутствуют параметры |
|--|--|

#### 4.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНЫХ ОТВЕТОВ

Общий балл за ответы на вопросы собеседования не должен превышать 15 баллов.

Сумма баллов за ответы по билету и устные ответы на собеседовании не должно превышать 100 баллов.

#### 5. ЛИТЕРАТУРА

1. Плошкин, В. В. Материаловедение: Базовый курс. Учебное пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2013. – 463 с.
2. Ржевская, С. В. Материаловедение: Учеб. для вузов в обл. техники и технологии – М.: Логос, 2004. – 421 с.
3. Материаловедение Учеб. для втузов / Б. Н. Арзамасов, И. И. Сидорин, Г. Ф. Косолапов Г. Ф. и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 383 с.
4. Технология конструкционных материалов: учебник / О.С. Комаров, В.Н. Ковалевский, Л.Ф. Керженцева и др. – Минск: Новое знание, 2007. – 567 с.
5. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов / А.М. Дальский, И.А. Арутюнова, Т. М. Барсукова и др.; под ред. А.М. Дальского. – М: Машиностроение, 2003. – 664 с.
6. Цао Гочжун, Ин Ван. Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение. – М.: Научный мир, 2012. –520 с.

#### 6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>
2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
3. Public.ru – публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>
4. Университетская библиотека «Online»
5. ЭБС «Лань», доступ к бесплатному пакету <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY (<http://www.elibrary.ru/>)

**РАЗРАБОТЧИК:**

Заведующий кафедрой  
МФХМ, д.х.н.



Д.А. Винник