

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»

 **УТВЕРЖДАЮ**  
Директор ИММиМ  
/А.С. Савинов  
20.10.2023

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
**междисциплинарный экзамен по профилю программы магистратуры**  
Направление подготовки/специальность  
**22.04.02 Metallургии (Цифровые двойники в обработке материалов)**

## **1. Правила проведения вступительного испытания**

Целью вступительного испытания является отбор наиболее подготовленных кандидатов на обучение в магистратуре, определение способности соискателей освоить выбранную программу магистратуры, а также выявление подготовленности поступающих к самостоятельной научной и проектной деятельности.

Вступительное испытание включает в себя:

1. междисциплинарный экзамен по профилю программы магистратуры;
2. собеседование по портфолио поступающего.

Вступительное испытание проводится в форме междисциплинарного компьютерного тестирования на русском языке.

Минимальное количество баллов за тестирование – 40 баллов, максимальное – 100 баллов. Вступительное испытание проводится в очном формате и/или с использованием дистанционных технологий.

На прохождение вступительного испытания поступающему отводится 60 минут. Предоставляется одна попытка тестирования. В одном варианте теста 20 вопросов. Тестовые задания имеют один правильный ответ. Возможно, первоначально пропустить вопрос, воспользовавшись для перехода к следующему вопросу навигацией по тесту, которая располагается слева от поля с вопросом, и позднее вернуться к нему. За каждый правильный ответ начисляется 5 баллов. Во время экзамена поступающий имеет право пользоваться бумагой для записей, ручкой и калькулятором.

Собеседование по портфолио (при наличии портфолио), осуществляется по представленным документам, подтверждающих наличие индивидуальных достижений в научно-исследовательской, инженерно-технической, изобретательской областях, учитываемых при приеме на обучение.

Поступающий однократно, в полном объеме не позднее дня завершения приема документов представляет документы, подтверждающие индивидуальные достижения (Приложение А). Перечень и порядок учета индивидуальных достижений, утверждены в «Правилах приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Максимальное количество баллов за индивидуальные достижения – 30 баллов. Баллы поступающих, начисляемые за индивидуальные достижения при приеме на программу магистратуры, включаются в сумму конкурсных баллов.

Результаты оценки индивидуальных достижений для лиц, поступающих на программы магистратуры, объявляются в течение двух дней с момента прохождения вступительного испытания на официальном сайте МГТУ им.Г.И.Носова, а также в конкурсных списках по профилю программы магистратуры в столбце «Индивидуальные достижения».

## **2. Дисциплины, включенные в программу вступительного испытания**

1. Материаловедение.
2. Основы металлургического производства.
3. Основы прокатного производства.

## **3. Содержание учебных дисциплин**

### **3.1.Материаловедение**

1. Атомно-кристаллическое строение материалов. Виды кристаллов. Кристаллическая решетка. Полиморфизм. Анизотропия. Дефекты Кристаллического строения. Механизмы диффузии.
2. Кристаллизация расплавов. Термодинамические условия кристаллизации. Механизм кристаллизации. Параметры кристаллизации. Самопроизвольная и не самопроизвольная кристаллизация. Модифицирование. Дендритная кристаллизация. Строение слитка.
3. Деформация и нагрев деформированных материалов. Упругая и пластическая деформация. Механизм деформации. Изменение структуры и свойств поликристаллического металла при деформации. Изменение структуры и свойств при нагреве деформированного металла.
4. Механические свойства материалов. Основные понятия и определения. Виды, методы и оборудование для испытания механических свойств.
5. Фазовые и структурные превращения в двухкомпонентных металлических системах. Основные понятия теории сплавов. Диаграммы двойных систем. Формирование структуры двойных сплавов.
6. Железоуглеродистые сплавы. Характеристика диаграммы фазового состояния железо-углерод. Формирование структуры сталей и чугунов в равновесном состоянии.
7. Классификация, маркировка и применение железоуглеродистых сплавов. Связь между структурой и свойствами серых чугунов. Классификация, маркировка и применение серых чугунов. Влияние углерода и примесей на свойства сталей. Классификация, маркировка и применение углеродистых сталей.
8. Формирование неравновесных структур. Фазовые превращения в стали при нагреве. Фазовые превращения в стали при охлаждении.
9. Основы термической обработки. Понятия о термической обработке. Классификация видов термической обработки. Классификация, цель и применение отжига. Закалка стали. Виды закалки. Превращения при нагреве закаленной стали. Отпуск стали. Классификация, цель и применение видов отпуска.
10. Классификация, маркировка, свойства и применение легированных сталей. Конструкционные стали. Инструментальные стали. Стали и сплавы с особыми физическими и химическими свойствами.
11. Маркировка, свойства и применение сплавов цветных металлов. Медные сплавы. Алюминий и его сплавы. Сплавы титана. Прочие сплавы.
12. Неметаллические материалы. Основные виды неметаллических материалов. Их свойства и применение.

### **3.2. Основы металлургического производства**

1. Сырьевые материалы доменной плавки и их подготовка. Дробление и измельчение. Грохочение и классификация. Обогащение. Усреднение.
2. Производство агломерата. Формирование и подготовка агломерационной шихты к спеканию. Спекание агломерата. Показатели качества агломерата.
3. Производство окатышей. Получение сырых окатышей. Отжиг окатышей. Показатели качества окатышей.
4. Производство чугуна в доменной печи. Шихтовые материалы. Формирование слоя шихты в колошниковом пространстве печи. Горение кокса и дополнительного топлива. Движение шихтовых материалов. Движение газов. Теплообмен между потоками шихты и газа. Процессы восстановления и разложения. Плавление и шлакообразование. Поведение серы. Внедоменная десульфурация чугуна. Бездоменное производство чугуна

5. Общие основы сталеплавильного производства. Сущность сталеплавильного производства. Металлические шихтовые материалы. Шлакообразующие материалы. Окислители. Науглероживатели. Раскисляющие и легирующие материалы. Поведение железа. Окисление углерода. Окисление кремния. Окисление марганца. Дефосфорация металла. Десульфурация металла. Водород и азот в стали. Вакуумное обезуглероживание и раскисление металла.
6. Конвертерное производство стали.
7. Выплавка стали в электропечах. Плавка скрап-процессом. Плавка с использованием в шихте жидкого чугуна. Плавка с применением металлизированного сырья.
8. Ковшечая обработка стали. Особенности десульфурации металла на агрегате «ковш-печь». Основные технологические операции. Особенности технологии вакуумной обработки в агрегате камерного типа. Особенности технологии вакуумирования в агрегате циркуляционного типа.
9. Разливка стали. Сущность процесса непрерывной разливки стали. Классификация и устройство МНЛЗ. Подготовка МНЛЗ к разливке стали. Технология непрерывной разливки стали. Форматирование, строение и качество непрерывнолитой заготовки.
10. Металлургия меди. Сущность технологии производства меди. Подготовка руды. Обжиг концентрата на штейн. Плавка на штейн. Конвертирование штейна. Рафинирование меди.
11. Металлургия никеля. Сущность технологии производства никеля. Подготовка руд. Плавка концентрата на пгтейн. Конвертирование штейна. Разделение никеля и меди. Производство чернового никеля. Электролитическое рафинирование никеля.
12. Металлургия алюминия. Сущность технологии производства алюминия. Производство глинозёма. Подготовка электролита. Производство технического алюминия. Рафинирование алюминия.

### **3.3. Основы прокатного производства**

1. Сортамент продукции и система дальнейшего передела черных металлов. Сортамент металлопродукции металлургического предприятия. Технологическая система дальнейшего передела черных металлов.
2. Основы прокатки. Прокатка как способ обработки металлов давлением. Характеристики формоизменения. Физическая природа и закономерности пластической деформации. Напряженное состояние металла и условия начала пластической деформации. Способы и разновидности прокатки. Очаг деформации при прокатке. Захват металла валками. Опережение. Формоизменение при прокатке. Энергосиловые параметры прокатки.
3. Производство сортового проката. Технологическая схема и заготовки для производства сортового проката. Производство катаных заготовок. Варианты расположения клетей сортопрокатных станов. Крупносортный стан. Среднесортный стан. Мелкосортный стан. Температурный интервал горячей прокатки. Особенности прокатки сортовой стали. Охлаждение металла после прокатки. Термическая обработка сортового проката.
4. Производство толстых листов. Технологическая схема и заготовки для производства толстых листов. Толстолистовые станы. Варианты технологий производства толстых листов. Нагрев слябов под прокатку. Прокатка толстых листов. Охлаждение металла при производстве толстых листов. Правка и резка толстых листов. Термическая обработка в производстве толстых листов.

5. Производство горячекатаной широкополосной стали. Технологическая схема и заготовки для производства широкополосной горячекатаной стали. Станы для производства широкополосной горячекатаной стали (широкополосные станы горячей прокатки - ШСГП, станы Стеккеля, тонкослябовые литейно-прокатные агрегаты). Элементы технологии производства широкополосной горячекатаной стали на ШСГП (прокатка в черновой группе, передача раската от черновой группы к чистой, прокатка в чистой группе, охлаждение перед смоткой, охлаждение рулонов на складе). Отделка и термическая обработка широкополосной горячекатаной стали.
6. Производство холоднокатаной листовой стали. Технологическая схема и заготовки для производства холоднокатаной листовой стали. Цехи для производства холоднокатаной листовой стали. Элементы технологии производства холоднокатаной листовой стали (удаление окалины, холодная прокатка, отжиг, дрессировка, правка, резка). Особенности производства холоднокатаной листовой стали с покрытиями.
7. Производство гнутых профилей. Гнутые профили и заготовки для их производства. Оборудование и технология для производства гнутых профилей.

#### 4. Литература для подготовки

##### а) Основная литература:

1. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л. В. Тарасенко. С. А. Пахомова, М. В. Унчикова. С. А. Герасимов: под ред. Л. В. Тарасенко. - М.: НИЦ Инфра-М 2012.-475с.:60x90/16.-Режим доступа: <http://new.znaniium.com/bookread2.php?book=257400>. (дата обращения: 25.09.2020) - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-16-004868-0.
2. Бигеев, В.А. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик [и др.] — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL:<https://e.lanbook.com/book/90165> (дата обращения: 25.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Рудской, А.И. Теория и технология прокатного производства: учебное пособие для вузов / А.И. Рудской. В.А. Лунев- М.: Лань. 2023. - 528 с. - ISBN 978-5-507-45527-0 - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. - URL:<https://e.lanbook.com/book/271316> - Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### б) Дополнительная литература:

1. Черепяхин. А. А. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебник / Черепяхин А. А., Смолькин А. А. - М.: КУРС. НИЦ ИНФРА-М. 2018. - 288 с.: 60x90 1/16. - Режим доступа: <http://iiew.znamum.com/bookread2.php?book=944309> (дата обращения: 25.09.2020). — Загл. с экрана]
2. Ивлев, С.А. Металлургические технологии. Металлургия чёрных металлов : учебное пособие / С.А. Ивлев, М.П. Ключев. — Москва : МИСИС, 2017. — 45 с. — ISBN 978-5-906846-57-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108106> (дата обращения: 25.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Салганик, В. М. Технология производства листовой стали : учебное пособие / В. М. Салганик, М. И. Румянцев ; МГТУ. -Магнитогорск : МГТУ, 2013. -URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1351.pdf&show=dcatalogues/1/1123803/1351.pdf&view=true>

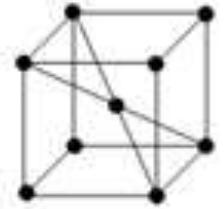
## 5. Примерный вариант вступительного испытания (тестовая форма)

1. Как называется структура, представляющая собой пересыщенный твердый раствор углерода в  $\alpha$ -железе?

- а) Мартенсит
- б) Цементит
- в) Феррит
- г) Аустенит

2. К какому типу можно отнести кристаллическую решетку, представленную на рисунке?

- а) объемно-центрированная кубическая
- б) гранецентрированная кубическая
- в) гексагональная плотноупакованная
- г) объемно-центрированная тетрагональная



3. Какое из указанных количество углерода (С) соответствует углеродистой заэвтектоидной стали?

- а)  $0,02 < C < 0,8$
- б)  $4,3 < C < 6,67$
- в)  $2,14 < C < 4,3$
- г)  $0,8 < C < 2,14$

4. К какой группе материалов относится сплав марки АЛ9? Каков его химический состав?

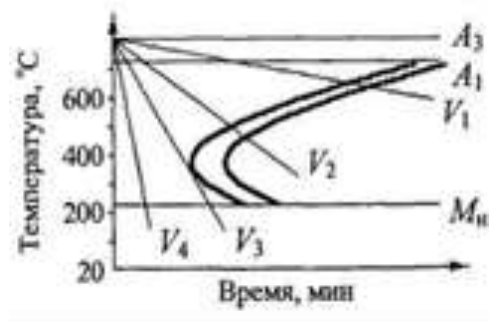
- а) Баббит, содержащий 9 % алюминия
- б) Латунь, содержащая 9 % цинка
- в) Сталь автоматная, содержащая 9 % алюминия
- г) Силумин, 9% кремния

5. Какой температуре (каким температурам) отвечают критические точки  $A_1$  железоуглеродистых сплавов?

- а)  $727\text{ }^\circ\text{C}$
- б)  $727 \dots 1147\text{ }^\circ\text{C}$  (в зависимости от содержания углерода)
- в)  $727 \dots 911\text{ }^\circ\text{C}$  (в зависимости от содержания углерода)
- г)  $1147\text{ }^\circ\text{C}$

6. Какая из скоростей охлаждения, нанесенных на представленную диаграмму изотермического распада аустенита, является критической?

- а)  $V_1$
- б)  $V_2$
- в)  $V_3$
- г)  $V_4$



7. Общая схема производства черных металлов в логической последовательности

- а) выплавка стали
- б) ковшевая обработка стали
- в) выплавка чугуна
- г) производство окучкованного сырья
- д) разливка стали

правильная последовательность: г, в, а, б, д

8. Какой этап подготовки железных руд к доменной плавке повышает содержание железа в сырье?
- а) грохочение
  - б) обогащение**
  - в) окускование
  - г) усреднение
9. Как называется железная руда, образованная рудообразующим минералом  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ?
- а) красный железняк
  - б) бурый железняк
  - в) магнитный железняк**
  - г) шпатовый железняк
10. Что не входит в состав железных руд?
- а) железорудный минерал
  - б) пустая порода
  - в) флюсы**
  - г) вредные примеси
11. Какой вид обработки шихтовых материалов проводится на каждом этапе подготовки руд к доменной плавке
- а) окускование
  - б) грохочение**
  - в) дробление
  - г) обогащение
12. Какой способ окускования железных руд основан на протягивании воздуха через слой горячей шихты?
- а) производство агломерата**
  - б) производство окатышей
  - в) производство брикетов
13. Какой шихтовый материал не используется при выплавке чугуна в доменных печах?
- а) агломерат
  - б) кокс
  - в) флюс
  - г) лом**
14. Овал высотой 15 мм и шириной 30 мм прокатан в круглом калибре с высотой калибра 20 мм. Чему равны коэффициент обжатия и коэффициент уширения?
- а) 10 мм и 5 мм
  - б) 0,67 и 1,33**
  - в) 1,33 и 1,50
  - г) 33,3% и 16,7%
15. Полоса толщиной 60 мм, шириной 200 мм и длиной 6 м прокатана с абсолютным обжатием 10 мм и при этом произошло абсолютное уширение 5 мм. Чему равна длина прокатанной полосы?
- а) 6,44 м**

- б) 7,02 м  
в) 7,61 м  
г) 8,20 м
16. Полоса толщиной 60 мм прокатывается валками диаметром 0,9 м с относительным обжатием 20 %. Чему равна длина очага деформации?  
а) 73,5 мм  
б) 94,9 мм  
в) 103,9 мм  
г) 116,2 мм
17. Полоса толщиной 50 мм прокатывается валками диаметром 0,8 м с относительным обжатием 15 %. Чему равен угол захвата, выраженный в градусах? Результат представить с точностью до одного знака  
а) 5,0  
б) 5,5  
в) 6,6  
г) 7,4
18. Необходимо прокатать полосу толщиной 60 мм валками диаметром 0,9 м с относительным обжатием 35 %. Возможен ли такой процесс по условиям естественного захвата при первоначальном контакте, если коэффициент трения при захвате равен 0,345, а при установившемся процессе 0,234  
а) Нет  
б) Да, и захват будет устойчивым  
в) Да, но захват будет неустойчивым  
г) Да, если применить дополнительное воздействие
19. Необходимо прокатать полосу толщиной 20 мм валками диаметром 0,8 м с относительным обжатием 35 %. Возможна ли такая прокатка по условиям захвата при установившемся процессе, если коэффициент трения при захвате равен 0,345, а при установившемся процессе 0,234 ?  
а) Нет  
б) Да, и процесс будет устойчивым  
в) Да, но процесс будет неустойчивым  
г) Да, если применить дополнительное воздействие
20. Составьте последовательность технологических операций при производстве толстых листов, поставляемых без регламентации состояния  
а) Нагрев  
б) Прокатка  
в) Горячая правка  
г) Зачистка  
д) Предварительное охлаждение  
е) Клеймение, маркировка  
ж) Окончательное охлаждение  
з) Осмотр, зачистка  
и) Разметка, резка, отбор проб

**правильная последовательность г-а-б-д-в-ж-и-е-з**



## **6. Шкала оценивания вступительного испытания**

Тест включает 20 вопросов, за каждый правильный ответ начисляется 5 баллов.

Оценка за вступительное испытание (тестирование) выставляется в диапазоне от 0 до 100 баллов. Минимальное количество баллов успешного прохождения тестирования – 40 баллов.

За индивидуальные достижения баллы начисляются в соответствии с установленными правилами приема в магистратуру при их документальном подтверждении и включаются в сумму конкурсных баллов. Максимальное количество баллов за индивидуальные достижения – 30 баллов.

По результатам проведенного тестирования оформляется ведомость и лист рассмотрения индивидуальных достижений поступающего, подписанный в соответствующем порядке экзаменационной комиссией (Приложение А).

**Программу разработал профессор кафедры ТОМ, д-р тех. наук** М.И.Румянцев  
20.10.2023

## Лист рассмотрения индивидуальных достижений поступающего

ФИО поступающего

направление подготовки (профиль) магистерской программы

№	Наименование индивидуального достижения	Документы, подтверждающие получение результатов индивидуальных достижений	Баллы
1	Наличие документа об образовании и о квалификации, удостоверяющего образование соответствующего уровня, с отличием	Копия документа об образовании и о квалификации, удостоверяющая образование соответствующего уровня, с отличием	4
	Наличие научных публикаций (тематика публикаций должна соответствовать направлению подготовки, по которому поступающий участвует в конкурсе в магистратуру):		
2	научная статья в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и (или) Web of Science	Ссылка на публикацию на сайтах баз данных Scopus, Web of Science и др. и (или)	10
3	научная статья в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК	распечатанная копия страницы официального Интернет-ресурса базы данных, индексирующей работу (например, Scopus.com, e-library.ru), на которой отображены сведения о публикации (авторы, выходные данные, название работы) и об индексирующей ее базе (РИНЦ, Scopus, Wos)	5
4	научная статья в журналах индексируемые в РИНЦ		2
	Наличие охранных документов:		
5	патент на изобретение	Ссылка на публикацию на сайтах баз данных Scopus, Web of Science и др. и (или) копия охранного документа с указанием авторов	5
6	патент на полезную модель		3
7	свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ/базы данных (ФИПС)		2
8	Участие в составе научной группы при выполнении научных проектов, грантов, договоров научно-исследовательских работ За каждое достижение	Копия документов, подтверждающих указанный статус	2
9	Участие в международных и всероссийских конференциях и (или) публикации в материалах международных и всероссийских конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, по итогам конференций, проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации (докладов, направление секции конференции) должна соответствовать направлению подготовки, по которому поступающий участвует в конкурсе в магистратуру	Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов и выходными данными сборника (журнала) по материалам конференции и (или) сертификат участника конференции	Не более 2 (за каждую конференцию)

10	Наличие дипломов победителей мероприятий международного, всероссийского, регионального значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в магистратуру	Копия диплома	Не более 3 (за каждое достижение)
11	Наличие именного сертификата ФИЭБ, соответствующего направлению подготовки, по которому поступающий участвует в конкурсе в магистратуру:		Не более 5
	золотой сертификат	Копия именного сертификата	5
	серебряный сертификат		4
	бронзовый сертификат		3
<b>Сумма баллов</b>		<b>Не более 30</b>	