

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт металлургии, машиностроения и материаловедения



**УТВЕРЖДАЮ:**  
Директор ИММиМ

Савинов А. С.

17.01.2025 г.

**ПРОГРАММА**

Экзамен по спецдисциплине  
по научной специальности

2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов

Магнитогорск – 2025 г.

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

Вступительное испытание проводится в форме экзамена по спецдисциплине на русском языке.

Целью вступительного испытания является отбор наиболее подготовленных кандидатов на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, определение способности соискателей освоить выбранную программу, а также выявление подготовленности поступающих к самостоятельной научной и проектной деятельности.

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

Вступительные испытания проводятся в устной форме на русском языке по билетам, содержащим три вопроса. Продолжительность экзамена по спецдисциплине 90 минут; включая подготовку к ответу, ответ на вопросы экзаменационного билета и собеседование по портфолио.

Результаты вступительного испытания объявляются на официальном сайте и на информационном стенде не позднее трех рабочих дней со дня проведения испытания. Поступающие на обучение имеют возможность предоставить сведения о своих индивидуальных достижениях, результаты которых учитываются при приеме на обучения.

Вступительное испытание включает в себя:

1. экзамен по спецдисциплине;
2. собеседование по портфолио поступающего.

Собеседование по портфолио (при наличии портфолио) осуществляется по представленным документам, подтверждающие наличие индивидуальных достижений в научно-исследовательской области, учитываемых при приеме на обучение.

Поступающий однократно в полном объеме не позднее дня завершения приема документов представляет документы, подтверждающие индивидуальные достижения. Перечень и порядок учета индивидуальных достижений, утверждены в Правилах приема МГТУ им.Г.И.Носова.

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

Результаты оценки индивидуальных достижений для лиц, поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, размещаются на официальном сайте МГТУ им.Г.И.Носова в разделе Абитуриент – Аспирантура – Результаты вступительных испытаний, а также в конкурсных списках.

## **2. Дисциплины, включенные в программу вступительного испытания по спецдисциплине в аспирантуру**

- 1.1. Теория процессов производства чугуна.
- 1.2. Теория процессов выплавки и ковшевой обработки стали.
- 1.3. Теория разливки и кристаллизации стали.

## **3. Содержание учебных дисциплин**

### **2.1. «Теория процессов производства чугуна»**

1. Сырьевые материалы доменной плавки, требования к качеству.
2. Подготовка железных руд к доменной плавке.
3. Твердое топливо доменной плавки, производство кокса.
4. Профиль доменной печи.
5. Выпуск и разделение жидких продуктов плавки.
6. Загрузка шихтовых материалов в доменную печь.

7. Загрузочные устройства.
8. Подача и нагрев дутья.
9. Процессы в горне доменной печи
10. Восстановление примесей чугуна: марганца, кремния, фосфора, ванадия и титана, микропримесей.
11. Образование чугуна.
12. Виды чугунов, выплавляемых в доменных печах.
13. Образование шлака. Роль шлака в доменной плавке. Свойства шлака.
14. Поведение серы в доменной плавке.
15. Основная реакция десульфурации в горне печи и внедоменная десульфурация.
16. Теплообмен в доменной печи.

Литература для подготовки:

1. Ваганов А.И., Прохоров И.Е. Расчёт доменной шихты упрощённым методом. Методические указания. Магнитогорск: МГТУ, 2002.
2. Кропотов В.К., Дружков В.Г. Расчёт профиля доменной печи. Методические указания. Магнитогорск: МГМА, 1998.
3. Сибэгатуллин С.К., Ваганов А.И. Окружное распределение материалов на колошнике доменной печи. Инструкция. Магнитогорск: МГТУ, 2000.
4. Ефименко Г. Г., Гиммельфарб А. А., Левченко В. Е. Metallurgy чугуна. Киев: Высшая школа, 1987.
5. Производство агломерата и окатышей. Справочник под ред. докт. техн. наук Ю.С.Юсфина). М.: Metallurgy, 1984.
6. Ваганов А.И., Стефанович М.А., Сысоев Н.П. Движение и распределение газов в доменной печи. Инструкция. Магнитогорск: МГМИ, 1994.
7. Ваганов А.И. Влияние уровня засыпи и газового потока на углы откоса. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996
8. Дружков В. Г. Определение вертикального давления материалов в присутствии газового потока. Изучение условий подвисяния шихты в доменных печах. Инструкция. Магнитогорск. МГМА. 1996.
9. Кропотов В.К. Движение материалов и газов в фурменных очагах доменной печи. Магнитогорск: МГТУ, 1998.
10. Кропотов В.К. Изучение давления шихты на жидкие продукты плавки. Магнитогорск: МГМА, 1996.
11. Стефанович М.А., Неясов А.Г. Изучение коллекции образцов сырых материалов и продуктов доменной плавки. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996.
12. Неясов А.Г. Изучение основных закономерностей процесса агломерации. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996.
13. Неясов А.Г. Изучение процесса получения сырых окатышей. Инструкция. Магнитогорск: МГМА, 1996.

## 2.2. «Теория процессов выплавки и ковшевой обработки стали»

1. Теоретические основы конвертерных процессов.
2. Классическая технология кислородно-конвертерной плавки.
3. Варианты кислородно-конвертерного процесса.
4. Кислородно-конвертерные процессы с донной и комбинированной продувкой.
5. Теоретические основы подовых процессов.
6. Скрап-рудный мартеновский процесс.
7. Разновидности и варианты мартеновского процесса.
8. Выплавка стали в двухванных печах
9. Классификация электрических сталеплавильных печей.
10. Свойства электрической дуги.

11. Конструкция дуговых электропечей.
12. Шихтовые материалы для выплавки стали в дуговых печах.
13. «Классическая» технология плавки.
14. Плавка методом переплава.
15. Современная технология плавки в мощных ДСП.
16. Способы специальной электрометаллургии стали.
17. Принципы и технологии вакуумно-дугового, вакуумно-индукционного и электрошлакового переплава.
18. Значение и области применения ферросплавов.
19. Классификация ферросплавов по ведущим элементам, способам восстановления и применяемым агрегатам.
20. Конструкция шахтных электродуговых печей. Особенности самоспекающихся электродов.
21. Ковшечная обработка чугуна.
22. Внеагрегатное вакуумирование стали.
23. Внеагрегатная обработка стали нейтральными газами и модификаторами.
24. Обработка стали в ковше жидким синтетическим шлаком, шлакообразующими твердыми смесями и металлическими порошками.

Литература для подготовки:

1. Бигеев А.М., Бигеев В.А. *Металлургия стали. Теория и технология плавки стали.* Изд. 3-е. – Магнитогорск: МГТУ, 2000.- 544 с.
2. Григорьев В.П., Нечкин Ю.М., Егоров А.В., Никольский Л.Е. *Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства: Учебник.* – М.: МИСиС, 1995.- 512 с.
3. Поволоцкий Д.Я. *Основы технологии производства стали. Учебное пособие.* – Челябинск: Изд. ЮурГУ, 2000.- 189 с.
4. Поволоцкий Д.Я., Кудрин В.А., Вишкарёв А.Ф. *Внепечная обработка стали. : Учебник для вузов.*- М.: МИСИС, 2005. - 256 с.
5. *Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства.* /В.П. Григорьев, Ю.М. Нечкин, А.В. Егоров, Л.Е. Никольский.: Учебник для вузов.- М.:МИСИС, 2003. – 512 с.
7. Афонин С.З. *Сталеплавильное производство России и конкурентоспособность металлопродукции // *Металлург.*- 2002.- № 11.- С. 4-6.*
8. *Совершенствование конвертерного производства стали в ОАО “ММК” / Р.С. Тахаутдинов, В.Ф. Сарычев, Ю.А. Бодяев, О.А. Николаев // *Сталь.*- 2002.- № 1.- С. 12-14.*
9. *Исследование структуры и параметров реакционных зон при верхней продувке применительно к проектированию многоцелевых конвертерных фурм / Е.В. Протопопов, А.Г. Чернятевич, Д.А. Лаврик, Е.Л. Мастеровенко // *Известия вузов. Черная металлургия.*- 2002.- № 12.- С. 16-21.*
10. *Особенности технологии выплавки конвертерной стали в ОАО ММК / Р.С. Тахаутдинов, В.Ф. Коротких, А.Ф. Сарычев, О.А. Николаев, А.Д. Носов // *Сталь.*- 1999.- № 11.- С. 18-19.*
11. Лопухов Г.А. *Новости черной металлургии за рубежом.* – М.: Чермет-информация, 1998.- С. 30-46.
12. 19. *Марочник стали и сплавов / М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Каширский и др.: Под общей ред. А.С. Зубченко.* – М.: Машиностроение, 2001.- 672 с.
13. Тахаутдинов Р.С. *Производство стали в кислородно – конвертерном цехе Магнитогорского металлургического комбината.* – Магнитогорск: Дом Печати, 2001.- 148 с.
14. Колесников Ю.А., Столяров А.М. *Расчет плавки стали в конвертере с комбинированной подачей дутья.* – Магнитогорск: МГТУ, 2000.- 36 с.
15. Колесников Ю.А., Столяров А.М. *Определение основных параметров технологии плавки стали в конвертере с верхней подачей дутья.* – Магнитогорск: МГМА,1996.- 38 с.
16. *Технология производства стали в современных конвертерных цехах / С.В. Колпаков, Р.В. Старов, В.В. Смоктий и др. Под общей ред. С.В. Колпакова.* – М.: Машиностроение, 1991.- 464 с.

17. Арсентьев П.П., Яковлев В.В., Комаров С.В. Конвертерный процесс с комбинированным дутьем. – М.: Металлургия, 1991.- 176 с.
18. Совершенствование технологии внепечной обработки конвертерной стали / А.Ф. Сарычев, А.Д. Носов, В.Ф. Коротких и др.// Сталь. – 2002. - №1. – С. 19-21.
19. Установка циркуляционного вакуумирования по способу КТВ на заводе фирмы ERDEMIR TAS, Турция/ И.Гель, С. Чапар, Т. Айхерт, А. Куббе// Черные металлы. – 1999. - май. – С. 29-35.
20. Развитие процессов циркуляционного вакуумирования / Н. Лякишев, А. Шалимов // Национальная металлургия. –2002. - №5. – С. 66 – 70.
21. О некоторых аспектах эксплуатации вакуумных установок ОАО ММК/ А.Ф. Сарычев, А.Д. Носов, В.Ф. Коротких и др.// Сталь. – 2002. - №1. – С. 19-21.
22. Кудрин В.А. Внепечная обработка чугуна и стали - М.: Металлургия, 1992. - 336 с.
23. Кньюппель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали. Часть 1. Термодинамические и кинетические закономерности. Пер. с нем.- М.: Металлургия, 1973. - 312 с.
24. Кньюппель Г. Раскисление и вакуумная обработка стали. Часть 2. Основы и технология ковшевой металлургии: Пер. с нем.- М.: Металлургия, 1984. - 414 с.
25. Внепечное вакуумирование стали / А.Н. Морозов, М.М. Стрекаловский, Г.И. Чернов и др.- М.: Металлургия, 1975. - 287 с.
26. Рафинирование стали инертным газом / К.П. Баканов, И.П. Бармотин, Н.Н. Власов и др.- М.: Металлургия, 1975. - 230 с.
27. Рафинирование стали синтетическим шлаком / С.Г. Войнов, А.Г. Шалимов, Л.Ф.Косой и др.- М.: Металлургия, 1970. - 463 с.
28. Соколов Г.А. Внепечное рафинирование стали.- М.: Металлургия, 1977. - 206 с.
29. Кудрин В.А., Парма В. Технология получения качественной стали.- М.: Металлургия, 1984. - 320 с.
30. Смирнов Н.А., Кудрин В.А. Рафинирование стали продувкой порошками в печи и ковше.- М.: Металлургия, 1986 (Проблемы сталеплавильного производства). - 168 с.
31. Якушев А.М. Справочник конвертерщика.- Челябинск: Металлургия, 1990. - 448 с.

а. «Теория разливки и кристаллизации стали».

1. Теория затвердевания стальных слитков и непрерывнолитых заготовок.
2. Тепловые процессы при кристаллизации стальных слитков и непрерывнолитых заготовок.
3. Основы теории кристаллизации расплавов.
4. Строение непрерывнолитых заготовок и слябов.
5. Технологическое оборудование для разливки стали.
6. Непрерывная разливка стали.
7. Машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ): основные типы, компоновочные схемы, конструкции основных агрегатов.
8. Дефекты непрерывнолитых заготовок: поверхностные, гнездообразные и осевые трещины, пояса, осевая и точечная неоднородность пузыри, шлаковые включения.
9. Влияние состояния МНЛЗ и параметров разливки на развитие дефектов. Способы предупреждения и устранения дефектов.

Литература для подготовки:

1. Бигеев В.А., Столяров А.М., Валиахметов А.Х. Металлургические технологии в высокопроизводительном электросталеплавильном цехе: учеб. пособие/ Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 308 с.
2. Колесников Ю.А., Буданов Б.А., Столяров А.М. Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе: учеб. пособие/ Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 308 с.
3. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Непрерывная разливка стали. Часть первая. Конструкция и оборудование МНЛЗ: Учебное пособие. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. – 154 с.

4. Столяров А.М., Селиванов В.Н. Технология непрерывной разливки стали: Учебное пособие. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. – 78 с.

5. Столяров А.М., Мошкунов В.В., Казаков А.С. Мягкое обжатие слэбов при разливке трубной стали на криволинейной МНЛЗ с вертикальным участком. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 116 с.

#### 4. Примерный вариант вступительного испытания

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Председатель экзаменационной комиссии,  
зав. каф. МиХТ  
\_\_\_\_\_ /Харченко А.С./

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

вступительного испытания

*Экзамен по спецдисциплине  
по научной специальности*

2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов

1. Сырьевые материалы доменной плавки, требования к качеству(5 баллов).
2. Классическая технология кислородно-конвертерной плавки (5 баллов).
3. Дефекты непрерывнолитых заготовок (5 баллов).

Разработано:

\_\_\_\_\_ / В. А. Бигеев/

\_\_\_\_\_ / С. К. Сибагатуллин/

\_\_\_\_\_ / А. М. Столяров/

#### 5. Шкала оценивания вступительного испытания (один вопрос)

Балл	Характеристика ответа
максимальный (100/90)	1. Ответ на поставленный вопрос в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. 2. Демонстрируются глубокие знания дисциплины специальности. 3. Делаются обоснованные выводы. 4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее. 5. Сформированы навыки исследовательской деятельности.
89/60	1. Ответ на поставленный вопрос в билете излагаются систематизировано и последовательно. 2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят

	<p>аргументированный и доказательный характер.</p> <p>3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.</p> <p>4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.</p> <p>5. Продемонстрированы навыки исследовательской деятельности.</p>
59/40	<p>1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.</p> <p>2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплин специальности.</p> <p>3. Имеются затруднения с выводами.</p> <p>4. Определения и понятия даны не чётко.</p> <p>5. Навыки исследовательской деятельности представлены слабо.</p>
39/0	<p>1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине.</p> <p>2. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.</p> <p>3. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.</p>

Минимальное количество баллов успешного прохождения вступительного испытания 40 баллов.

По результатам проведенного собеседования по портфолио оформляется лист рассмотрения индивидуальных достижений поступающего, подписанный в соответствующем порядке экзаменационной комиссией.

Программу вступительного испытания разработали:  
17.01.2025г.

Бигеев В. А.  
Сибатуллин С. К.  
Столяров А. М.  
Харченко А.С.  
Свечникова Н.Ю.



## Лист рассмотрения индивидуальных достижений поступающего

ФИО поступающего

научная специальность

№	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 публикации должна соответствовать научной специальности аспирантуры, по которой поступающий участвует в конкурсе):			
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) 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)	10
3	научная статья в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК		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	копия документов, подтверждающих указанный статус	2
за каждое достижение			
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 программе аспирантуры, по которой поступающий участвует в конкурсе	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)

1	Наличие дипломов победителей мероприятий международного, всероссийского, регионального значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру	копия диплома	не более 3 (за каждое достижение)
	<b>Сумма баллов</b>	<b>не более 30</b>	

## Сведения об индивидуальных достижениях (образец оформления)

(ФИО)

№	Наименование ИД	Описание ИД	Ссылка на ИД/ скан-копия подтверждающего документа
1	Например, документ об образовании и о квалификации с <b>отличием</b>	Диплом специалиста серия _____ № _____ Дата выдачи _____ Наименование организации, выдавшей документ об образовании _____ Код профессии, специальность, направление подготовки, указанное в документе об образовании _____	Скан-копия документа об образовании и о квалификации
2	Например, научная статья в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и (или) Web of Science	Автор. Статья / Авторы // Журнал. – Год. – Номер. – Страницы размещения статьи.  Например, Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С.340–342.	Ссылка на публикацию на сайтах баз данных Scopus, Web of Science и др. с указанием квартала (при наличии) на момент выхода статьи
3	Патент	Например, Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000. Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедев Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.	Ссылка на патент в сети Интернет (при наличии)
4	Участие в международной конференции	Например, Козлова Е.Н. Управление конкурентоспособностью и качеством продукции в условиях перехода к рынку / Е.Н. Козлова, Н.П. Залесова. – Текст: непосредственный // Биологические и технико-экономические проблемы в сельском хозяйстве: тезисы XXXIII научно-практической конференции, 2-3 апреля 1998 года, Великие Луки. – Великие Луки, 2000. – С. 222-224.	Ссылка на сборник тезисов в сети Интернет (при наличии), или скан-копия сертификата участника (при наличии), или скан-копия страниц с выходными данными сборника конференции
5	Диплом победителя мероприятия международного значения	Например, диплом победителя заключительного этапа Международного инженерного чемпионата по горному делу Год участия - 2023	Ссылка на публикацию на сайтах и (или) скан-копия диплома