



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

04.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ПОДГОТОВКА СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ К МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМ  
ПРОЦЕССАМ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЫРЬЯ***

Научная специальность

2.6.2. Metallurgy of black, colored and rare metals

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск  
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий

29.01.2025, протокол № 5

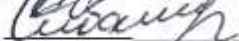
Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры МиХТ, д-р техн. наук  С. К. Сибэгатуллин

Рецензент:

Член диссертационного совета Д 212.111.01 зав.кафедрой общей металлургии Южно-Уральского государственного университета, д-р техн. наук

 И. В. Чуманов

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

приобретение обучающимися знаний, умений и владений в соответствии с видом профессиональной деятельности в качестве преподавателя-исследователя: способность анализировать полный технологический цикл получения и обработки материалов (ПК-1), способность анализировать основные закономерности фазовых равновесий и кинетики превращений в многокомпонентных системах (ПК-3), способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2), согласно требованиям ФГОС ВО 22.06.01 Технологии материалов.

### **2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Подготовка сырьевых материалов к металлургическим процессам и металлургические свойства сырья» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

КНС-1	Способен анализировать существующие технологии получения металлов и сплавов
КНС-2	Способен использовать теоретические знания для совершенствования существующих и разработки новых процессов получения металлов и сплавов

### 3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 42 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 30 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа студента	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Лек.	практ. зан.		
1. 1					
1.1 Введение. Объем и содержание курса. Связь с другими дисциплинами. Общая характеристика сырьевых материалов и металлургических свойств сырья	3	2		2	Устный опрос
1.2 Подготовка сырьевых материалов дроблением и измельчением, грохочением и классификацией		2		2	Устный опрос
1.3 Подготовка сырьевых материалов обогащением, усреднением, обжигом и брикетированием		2	4		Устный опрос
1.4 Производство агломерата: формирование и подготовка агломерационной шихты к спеканию		2	4	2	Контрольная работа
1.5 Производство агломерата: технологический процесс спекания агломерата		2	2	4	Устный опрос
1.6 Производство агломерата: металлургические свойства агломерата		2	3	4	Устный опрос
1.7 Производство окатышей: получение сырых окатышей		2	4	4	Устный опрос
1.8 Производство окатышей: технологический процесс обжига окатышей		5	4	6	Устный опрос
1.9 Производство окатышей: металлургические свойства окатышей		2		6	Устный опрос
Итого по разделу		21	21	30	
Итого за семестр		21	21	30	зачёт
Итого по дисциплине		21	21	30	зачет

#### 4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

#### 5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) а) Основная литература:

1. Старостин, В. И. Геология полезных ископаемых : учебник / В. И. Старостин, П. А. Игнатов. — Москва : Академический Проект, 2020. — 512 с. — ISBN 978-5-8291-3018-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/132520>

#### б) Дополнительная литература:

1. Никитина, Н. К. Регулирование недропользования в современной России : моно-графия / Н. К. Никитина. — Москва : Горная книга, 2018. — 432 с. — ISBN 978-5-98672-483-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134949>

2. Бочаров, В. А. Флотационное обогащение полезных ископаемых : учебник / В. А. Бочаров, В. А. Игнаткина, Т. И. Юшина. — Москва : Горная книга, 2017. — 837 с. — ISBN 978-5-98672-414-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111386>

3. Архипов, Г. И. Минеральные ресурсы горнорудной промышленности Дальнего Востока. Обзор состояния и возможности развития : учебное пособие / Г. И. Архипов. — Москва : Горная книга, 2011. — 830 с. — ISBN 978-5-98672-267-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66423>

4. Романтеев, Ю. П. Металлургия тяжелых цветных металлов : учебное пособие / Ю. П. Романтеев, С. В. Быстров. — Москва : МИСИС, 2010. — 575 с. — ISBN 978-5-87623-173-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117036>

#### в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Подготовка сырьевых материалов к металлургическим процессам и металлургические свойства сырья» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа аспирантов предполагает устный опрос, решение задач, демонстрирование процессов и явлений на физических моделях, а также защиту результатов выполнения домашних заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с подготовкой к устному опросу, защите результатов выполнения домашних заданий.

#### Примерные практические занятия:

1. Оценка железных руд. Определение состава пустой породы и обогатимости руды.
2. Определение показателей грохочения и классификации.
3. Определение показателей качества усреднения
4. Определение показателей обогащения железных руд.
5. Расчет состава шихты для проведения агломерации методом просасывания.
6. Расчёт показателей хода процесса агломерации.
7. Расчёт состава агломерата
8. Расчет состава шихты для производства окатышей.
9. Расчёт состава окатышей.

#### Перечень вопросов для подготовки к устному опросу и зачету:

- Состав железорудной части шихты современных доменных печей.
- Определение типа железных руд.
- Значение состава пустой породы, физического состояния, восстановимости руды.
- Флюсы, их разновидности и характеристика.
- Крупное, среднее и мелкое дробление. Соответствующие агрегаты.
- Грохочение и классификация, способы осуществления.
- Физико-химические основы обогащения железных руд.
- Технологии обогащения железных руд.
- Продукты и показатели обогащения.
- Обжиг руд. Виды обжига и их назначение.
- Технологии усреднения материалов и показатели качества усреднения.
- Сущность и схема агломерации рудных материалов методом просасывания.
- Теплообмен и горение топлива в спекаемом слое.
- Влияние скорости фильтрации воздуха и теплофизических свойств шихты на процессы теплообмена.
- Испарение гигроскопической влаги шихты, разложение гидратов и образование зоны переувлажнения.
- Разложение карбонатов.
- Реакции между твердыми фазами.
- Диссоциация оксидов, процессы восстановления и окисления.
- Размягчение шихты и образование расплава.
- Минералогический состав агломерата.
- Удаление вредных примесей при агломерации.
- Способы оценки прочности агломерата.
- Влияние макроструктуры, фазового состава, расхода топлива в шихту и

основности её на прочность агломерата.

- Восстановимость агломерата.
- Пути повышения прочности агломерата.
- Способы интенсификации агломерационного процесса.
- Получение сырых окатышей (теоретические основы) и требования к ним.
- Влияние содержания влаги в шихте и гранулометрического состава её на прочность сырых окатышей.

- Технология получения сырых окатышей в барабанном окомкователе.

Преимущества и недостатки барабанного окомкователя.

- Технология получения сырых окатышей в тарельчатом окомкователе.

Преимущества и недостатки тарельчатого окомкователя.

- Процессы, способствующие упрочнению окатышей при обжиге.
- Основные агрегаты для обжига.

### **Примерная контрольная работа (КР)**

Спроектировать и осуществить комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки путём выполнения задания по теме «Разработка технологического режима, обеспечивающего повышение производительности доменной печи улучшением металлургических свойства сырья» для персонифицированного варианта условий работы.

Список рекомендуемых источников

1. Сибгатуллин С.К., Ваганов А.И., Прохоров И.Е., Майорова Т.В. Расчёт технических показателей доменной плавки. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 72 с.

2. Сибгатуллин С.К., Харченко А.С. Металлургические свойства железорудного сырья: Учебное пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 150 с.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
КНС-2:	Способен использовать теоретические знания для совершенствования существующих и разработки новых процессов получения металлов и сплавов	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по их видам.</li> <li>2. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по химическому составу.</li> <li>3. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по физико-механическим свойствам.</li> <li>3. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по физико-механическим свойствам.</li> <li>4. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по физико-химическим свойствам.</li> <li>5. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по средневзвешенной, эквивалентной по поверхности крупности.</li> <li>6. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по «холодной» прочности.</li> <li>7. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по «горячей» прочности.</li> <li>8. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по плотности..</li> <li>9. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по порозности.</li> <li>10. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по газопроницаемости.</li> <li>11. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по углу откоса.</li> <li>12. Современные технологические процессы за рубежом в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по углам внешнего и внутреннего трения.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>13. Современные технологические процессы за рубежом в определении химического состава сырьевых материалов</p> <p>14. Современные технологические процессы за рубежом в определении «холодной» прочности агломерата и окатышей</p> <p>15. Современные технологические процессы за рубежом в определении «горячей» прочности агломерата и окатышей.</p> <p>16. Современные технологические процессы за рубежом в формулировании требований к качеству агломерата и окатышей</p> <p>17. Современные технологические процессы за рубежом в определении восстановимости агломерата и окатышей.</p> <p>18. Современные технологические процессы за рубежом в определении набухаемости окатышей.</p> <p>19. Современные технологические процессы за рубежом в определении температурного интервала размягчения руд, агломерата и окатышей.</p> <p>20. Современные технологические процессы за рубежом в определении газопроницаемости и усадки слоя при восстановлении.</p> <p><i>Примерные практические задания:</i></p> <p>Провести обзор литературы по оценке эффективности технологических процессов при производстве различных шихтовых материалов металлургического производства: агломерата, окатышей, брикетов</p> <p>Составить аннотации по выявленным источникам</p> <p>Выявить ключевые слова в выявленных источниках</p> <p>Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.</p> <p><i>Задания на решение задач:</i></p> <p>По представленной в образовательной портале методике выполнить расчёт оптимизации технологических процессов путём снижения удельного расхода кокса увеличением содержания железа в шихте доменной печи. Увеличение содержания железа обеспечивается применением большего количества окатышей совместно с агломератом.</p>
КНС-1:	Способен анализировать существующие технологии получения металлов и сплавов	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <p>1. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем в подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по их видам.</p> <p>2. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по их видам.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>3. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по химическому составу.</p> <p>4. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по химическому составу.</p> <p>5. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по физико-механическим свойствам.</p> <p>6. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по физико-механическим свойствам.</p> <p>7. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по физико-химическим свойствам.</p> <p>8. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по физико-химическим свойствам.</p> <p>9. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по средневзвешенной и эквивалентной по поверхности крупности.</p> <p>10. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке по средневзвешенной, эквивалентной по поверхности крупности.</p> <p>11. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по «холодной» прочности.</p> <p>12. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке по «холодной» прочности.</p> <p>13. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по «горячей» прочности.</p> <p>14. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке по «горячей» прочности.</p> <p>15. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по плотности.</p> <p>16. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке по плотности.</p> <p>17. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по порозности.</p> <p>18. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке по порозности.</p> <p>19. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке сырьевых материалов к металлургическим процессам по газопроницаемости.</p> <p>20. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке по газопроницаемости.</p> <p>21. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке сырьевых агломерата и окатышей к металлургическим процессам по восстановимости.</p> <p>22. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке агломерата и окатышей к металлургическим процессам по восстановимости.</p> <p>23. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке окатышей к металлургическим процессам по увеличению объёма при восстановлении.</p> <p>24. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке окатышей к металлургическим процессам по увеличению объёма при восстановлении.</p> <p>25. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке агломерата и окатышей к металлургическим процессам по температурному интервалу размягчения.</p> <p>26. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке агломерата и окатышей к металлургическим процессам по температурному интервалу размягчения.</p> <p>27. Основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах при подготовке агломерата и окатышей к металлургическим процессам по газопроницаемости и усадке слоя при восстановлении.</p> <p>28. Основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем при подготовке агломерата и окатышей к металлургическим процессам по газопроницаемости и усадке слоя при восстановлении.</p> <p><i>Примерные практические задания:</i></p> <p>Провести обзор литературы по анализу основных закономерностей фазовых равновесий и кинетики превращений в многокомпонентных системах агломерата и окатышей</p> <p>Провести обзор литературы по оценке влияния различных факторов на процессы в многокомпонентных системах агломерата и окатышей.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Провести обзор литературы по прогнозированию результатов процессов в многокомпонентных системах агломерата и окатышей</p> <p>Составить аннотации по выявленным источникам.</p> <p>Выявить ключевые слова в выявленных источниках.</p> <p>Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.</p> <p><i>Задания на решение задач:</i></p> <p>Проявить навыки математического описания процессов в многокомпонентных системах с привлечением методики, представленной в образовательном портале. Выполнить расчёт роста производительности доменной печи при снижении содержания мелочи в сырьевых материалах.</p> <p>Уменьшение содержания мелочи обеспечивается применением большего количества окатышей совместно с агломератом. По результатам расчёта представить анализ оценки процессов в многокомпонентных системах.</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Подготовка сырьевых материалов к металлургическим процессам и металлургические свойства сырья» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в виде собеседования в рамках теоретических вопросов, выносимых на зачет и/или решения практических заданий.

***Показатели и критерии оценивания зачета:***

– на оценку ***зачтено*** – аспирант показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. прочно усвоил предусмотренный программный материал, правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров, показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников (теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов), а также без ошибок выполнил практическое задание;

– на оценку ***незачтено*** – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.