



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

20.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕХНОЛОГИИ РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ***

Научная специальность  
2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов

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	4

Магнитогорск  
2024 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

09.01.2024, протокол № 4


Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2024 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 2025 - 2026 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 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

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

Цель преподавания дисциплины «Технологии ресурсосбережения в черной металлургии» – дать обучающимся знания о новых способах извлечения железа из рудного сырья и выплавки стали, позволяющих расширять сырьевую базу черной металлургии, улучшать качество и снижать себестоимость стали, повышать производительность агрегатов, упрощать задачи автоматизации, улучшение условий труда и защиты окружающей среды; о принципиальных основах новой ресурсосберегающей и экологически менее опасной производственно-технологической схемы черной металлургии; о свойствах и способах получения металлов специального назначения, производимых в небольших количествах по промышленно освоенным технологиям.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технологии ресурсосбережения в черной металлургии» 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 – 34 акад. часов;
- аудиторная – 34 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 38 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. Ресурсосберегающие технологии производства черных металлов					
1.1 Необходимость разработки и промышленного освоения ресурсосберегающих технологий и техники производства черных металлов как массового, так и специального назначения	4	1	2	2	Устный опрос
1.2 Основные направления развития ресурсосберегающих технологий производства черных металлов		2	2	2	Устный опрос
Итого по разделу		3	4	4	
2. Ресурсосберегающие технологии производства металлургического сырья и чугуна					
2.1 Классификация способов энергосберегающих технологий, их краткая характеристика	4	3	3	2	Устный опрос
2.2 Процессы твердофазного восстановления: DRI, HBI, Fastmet, Inmetco, Dryiron, Midrex, HyL		3	2	10	Устный опрос
2.3 Процессы Romelt, Hismelt, Ausmelt, ITmk3		4	4	10	Устный опрос
2.4 Процессы Corex, Finex, Dios, Fastmelt, Redsmelt		4	4	12	Устный опрос
Итого по разделу		14	13	34	
Итого за семестр		17	17	38	зачёт
Итого по дисциплине		17	17	38	зачет

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

Представлены в приложении 1.

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

1. 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: <https://e.lanbook.com/book/90165>

2. Основы природопользования и энергоресурсосбережения : учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, Т.И. Дровозова, А.П. Москаленко ; под редакцией В.В. Денисова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-3962-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113632>

#### б) Дополнительная литература:

1. Шульц, Л.А. Энерго-экологический анализ эффективности металлургических процессов : учебное пособие / Л.А. Шульц. — Москва : МИСИС, 2014. — 267 с. — ISBN 978-5-87623-765-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117063>

2. Симонян, Л.М. Оценка и пути достижения экологически чистого металлургического производства : учебное пособие / Л.М. Симонян, К.Л. Косырев, А.И. Кочетов. — Москва : МИСИС, 2011. — 92 с. — ISBN 978-5-87623-408-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117048>

#### 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 ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

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

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
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>

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся, которая предполагает выполнение работ.

**Цикл работ №1.** Составление аннотаций по составляющим темы «Технологии ресурсосбережения при подготовке сырья и топлива к производству чёрных, цветных и редких металлов». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- технологии ресурсосбережения при обжиге карбонатных и гидратных руд, известняка, доломита, сидерита;
- технологии ресурсосбережения при производстве агломерата, окатышей, брикетов, кокса.

**Цикл работ №2.** Составление аннотаций по составляющим темы «Технологии ресурсосбережения при производстве чёрных металлов». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- горение топлива, эндотермические и экзотермические реакции в агрегатах, предназначенных для производства чёрных металлов;
- технологии ресурсосбережения в формировании металла и шлака при выплавке чугуна;
- технологии ресурсосбережения снижением степени прямого восстановления железа в доменных печах;
- технологии ресурсосбережения в формировании металла и шлака при выплавке стали в различных агрегатах;
- технологии ресурсосбережения при разливке стали и её кристаллизации.

**Цикл работ №3.** Составление аннотаций по составляющим темы «Технологии ресурсосбережения в производстве цветных и редких металлов». Выявление ключевых слов и их представление. Разработка тестов по составляющим темы:

- технологии ресурсосбережения при производстве цветных металлов;
- технологии ресурсосбережения при производстве редких металлов.

### *Перечень вопросов для подготовки к устному опросу*

1. Каковы цели современных технологических процессов за рубежом при подготовке природных материалов к проведению металлургического производства?
2. Какие способы подготовки природных материалов используются за рубежом для совершенствования **процессов** металлургического производства?
3. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом для дробления и измельчения материалов при подготовке к металлургическому производству?
4. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по грохочению и классификации сыпучих материалов?
5. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом **по** обогащения железных руд?
6. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по усреднению материалов при подготовке к металлургическому производству?
7. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по **упрочнению агломерата?**
8. Какие современные разновидности агломерации железных руд и концентратов имеются за рубежом?
9. Какие минералы обеспечивают развитие агломерации железных руд и концентратов в современных технологических процессах за рубежом?
10. Какими основными показателями характеризуют результат **при оценке** качества агломерата в современных технологических процессах за рубежом?
11. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по получению окатышей в металлургическом производстве?
12. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по производству

сырых окатышей?

13. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по зонам конвейерной машины для обжига окатышей?

14. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по оценке качества окатышей?

***Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету:***

1. Изложите основные определения и понятия, используемые по технологии ресурсосбережения в теории процессов производства чугуна.

2. Изложите основные определения и понятия, используемые по кинетике превращений в теории процессов производства чугуна;

3. Какие показатели используют для характеристики технологии ресурсосбережения при восстановлении железорудного сырья?

4. Какие показатели используют для характеристики параметров кинетики превращений при восстановлении железорудного сырья?

5. Какова сущность технологии ресурсосбережения при горении топлива в фурменных очагах?

6. В чём проявляется технологии ресурсосбережения при определяющей роли силового взаимодействия потоков шихты и газа?

7. В чём проявляются возможность технологии ресурсосбережения на основе закономерностей изменения температур в доменной печи?

8. Как изменить кинетику превращений в доменной печи для достижения максимальной производительности и минимального удельного расхода кокса?

9. Как изменить кинетику превращений для ресурсосбережения обеспечением ровного схода шихты?

10. Как учитывать технологии ресурсосбережения при определении предельной степени использования монооксида углерода и водорода?

11. В чём проявляется технологии ресурсосбережения при формирования чугуна, первичных, промежуточных и конечных шлаков?

12. Изложите технологию ресурсосбережения совершенствованием распределении серы в процессах производства чугуна?

13. Охарактеризуйте технологии ресурсосбережения построением алгоритмов автоматизированного управления доменным процессом.

14. Дайте определения ресурсосберегающих процессов: движение шихтовых материалов при загрузке в печь, горение топлива у фурм, теплообмен в шахтной печи, движение материалов в печи, движение газов в доменной печи, восстановление и формирование чугуна, плавление и шлакообразование.

15. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам преобразования свойств руд, извлекаемых из месторождений?

16. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам агломерации?

17. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам формирования сырых окатышей и их обжига?

18. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам процессов восстановления, плавления и шлакообразования в условиях доменной плавки?

19. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам процессов при конверторной плавке стали?

20. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных



исследованиях по наиболее существенным проблемам **процессов при плавке стали в электропечах?**

21. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам **процессов при разливке стали?**

22. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам **процессов при выплавке ферросплавов?**

23. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам **получения прямого восстановления?**

24. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам **получении меди?**

25. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам **получении никеля?**

26. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам **получении алюминия?**

27. Каковы методы обработки данных ресурсосберегающих экспериментов в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам **процессов при получении металлического титана и пигментного диоксида титана?**

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 зачёту:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Новые ресурсосберегающие технологии процессов преобразования свойств руд, извлекаемых из месторождений.</li> <li>2. Новые ресурсосберегающие технологии при агломерации.</li> <li>3. Новые ресурсосберегающие технологии при формировании и обжиге окатышей.</li> <li>4. Новые ресурсосберегающие технологии процессов восстановления, плавления и шлакообразования в условиях доменной плавки.</li> <li>5. Новые ресурсосберегающие технологии конверторной плавки стали.</li> <li>6. Новые ресурсосберегающие технологии плавки стали в электропечах.</li> <li>7. Новые ресурсосберегающие технологии разливки стали.</li> <li>8. Новые ресурсосберегающие технологии выплавки ферросплавов.</li> <li>9. Новые ресурсосберегающие технологии получения железа прямого восстановления.</li> <li>10. Новые ресурсосберегающие технологии получения меди.</li> <li>11. Новые ресурсосберегающие технологии получения никеля.</li> <li>12. Новые ресурсосберегающие технологии получения алюминия..</li> <li>13. Новые ресурсосберегающие технологии получения металлического титана и пигментного диоксида титана.</li> </ol>
КНС-1:	Способен анализировать существующие технологии получения металлов и сплавов	<p><i>Примерные практические задания:</i></p> <p>Провести обзор литературы по ресурсосберегающим технологиям при производстве различных шихтовых материалов металлургического производства.</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 ресурсосберегающие путём снижения удельного расхода кокса увеличением содержания железа в шихте доменной печи.</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технологии ресурсосбережения в чёрной металлургии» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и выполнение задания, выявляющего 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 выполнения заданий.

**Показатели и критерии оценивания зачёта:**

- на оценку «**зачтено**» – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности;
- на оценку «**не зачтено**» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.