



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  
03.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ПИРРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И АГРЕГАТЫ***

Направление подготовки (специальность)  
22.06.01 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Металлургия черных, цветных и редких металлов

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

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

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.06.01 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 888)

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

10.02.2021, протокол № 5

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры МиХТ, д-р техн. наук  Г. 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 2022 - 2023 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 2023 - 2024 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 2024 - 2025 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 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

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

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

углубление аспирантами знаний по основным проблемам производства чугуна в доменных печах и применении этих знаний при постановке и решении конкретных технологических задач производства, а так же в углубленном изучении аспирантами современной конструкции агрегатов и технологии выплавки стали в конвертерах и дуговых электропечах.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Пиррометаллургические процессы и агрегаты входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Подготовка сырьевых материалов к металлургическим процессам и металлургические свойства сырья

Технологии производства и обработки материалов в металлургии

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Научно-исследовательская деятельность и подготовка НКР

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Пиррометаллургические процессы и агрегаты» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	
Знать	основы обработки данных эксперимента основы обработки данных эксперимента
Уметь	обрабатывать экспериментальные данные
Владеть	навыками проведения исследований на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
ПК-1 способность анализировать полный технологический цикл получения и обработки материалов	
Знать	современные технологические процессы за рубежом
Уметь	оценивать эффективность технологических процессов при производстве различных шихтовых материалов металлургического производства
Владеть	навыками оптимизации технологических процессов
ПК-3 способность анализировать основные закономерности фазовых равновесий и кинетики превращений в многокомпонентных системах	
Знать	- основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем; - основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах

Уметь	<ul style="list-style-type: none"><li>- анализировать основные закономерности фазовых равновесий и кинетики превращений в многокомпонентных системах</li><li>- оценивать влияние различных факторов на процессы в многокомпонентных системах</li><li>- прогнозировать результаты процессов в многокомпонентных системах</li></ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"><li>- математического описания процессов в многокомпонентных системах</li><li>- анализа оценки процессов в многокомпонентных системах</li></ul>

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

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

- контактная работа – 36 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 36 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1								
1.1 Вводная лекция. Объем и содержание курса. Связь с другими дисциплинами. Методики определения показателей качества шихтовых материалов доменной плавки. Пути формирования актуальной научной и производственной проблематики в металлургии чугуна. Матрица загрузки	3	2		2/2И	4	Подготовка к лекционным и практическим занятиям	Устный опрос	ПК-1, ПК-3, УК-2
1.2 Постановка и решение научно-производственных проблем в связи с развитием ОАО «ММК». Проблемы и задачи теории и практики доменной плавки по силовому взаимодействию потоков шихты и газа.		2		2	4	Подготовка к лекционным и практическим занятиям	Устный опрос	ПК-1, ПК-3, УК-2
1.3 Проблемы технологического обеспечения хода процессов восстановления по высоте и сечению доменной печи и характеризующих их показателей. Проблемы обеспечения нового хода плавления и шлакообразования по высоте и сечению доменной печи; показатели, характеризующие свойства чугуна и шлака.		2		2/2И	4	Подготовка к лекционным и практическим занятиям	Устный опрос, практическая работа	ПК-1, ПК-3, УК-2

1.4 Развитие производства высококачественного по содержанию серы чугуна. Проблемы и задачи эффективной тепловой работы доменной печи. Проблемы и задачи, стоящие при глубокой переработке доменного шлака.	2		2/2И	4	Подготовка к практическим и лекционным занятиям	Контрольная работы	ПК-1, ПК-3, УК-2
1.5 Значение выплавки стали в решении основных задач ее производства. Принципиальные основы технологии выплавки стали и конструкции сталеплавильных агрегатов, основные направления их развития. Особенности конструкции современных кислородных конвертеров и газоотводящего тракта, проблемы и направления их решения.	2		2/2И	4	Изучение дополнительной литературы по теме	Практическая работа	ПК-1, ПК-3, УК-2
1.6 Аэродинамика струи газа-окислителя в конвертерной ванне: общие закономерности движения газовых струй, истечение газа через сверхзвуковое сопло, строение сверхзвуковой струи. Строение реакционной зоны и структура конвертерной ванны при разных способах подачи кислородного дутья.	2		2/2И	4	Изучение дополнительной литературы по теме	Устный опрос	ПК-1, ПК-3, УК-2
1.7 7. Основные реакции окислительного рафинирования: окисление углерода, кремния, марганца и фосфора. Особенности десульфурации металла. Дутьевой, шлаковый и тепловой режимы классической технологии выплавки стали. Конвертерные процессы с комбинированной продувкой.	2		2	4	Изучение дополнительной литературы по теме	Устный опрос, практическая работа	ПК-1, ПК-3, УК-2
1.8 Конструкция современной ДСП, ее особенности. Электрическая дуга. Регулирование электрического режима.	2		2	4	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	ПК-1, ПК-3, УК-2

1.9 Основные методы ведения плавки в ДСП, особенности и различия. Основные профили плавки в ДСП. Шлаковый режим плавки. Тепловая работа ДСП. Основы выплавки в ДСП легированных сталей		2		2	4	Подготовка к контрольной работе	Защита контрольной работы	ПК-1, ПК-3, УК-2
Итого по разделу		18		18/10И	36			
Итого за семестр		18		18/10И	36		зао	
Итого по дисциплине		18		18/10И	36		зачет с оценкой	ПК-1,ПК-3,УК-2



## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки к практическим занятиям, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

На первом занятии следует детально рассказать о образовательных целях и задачах изучения дисциплины. Следует представить структуру курса и программу его изучения с указанием первоисточников. Поэтапно описать способы достижения заданных результатов-целей. Дать информацию об объеме занятий и творческого задания, об условиях получения зачета.

На лекционных занятиях могут применяться элементы на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

Выбирая ту или иную технологию работы с обучающимися, преподавателю необходимо иметь в виду, что наибольшего эффекта от ее применения можно достичь, если учитывать цели образования, на реализацию которых должна быть направлена избираемая технология, содержание, которое предстоит передать обучающимся с ее помощью, а также условия, в которых она будет использоваться.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной самостоятельной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. 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>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Морачевский, А. Г. Термодинамические расчеты в химии и металлургии : учебное пособие / А. Г. Морачевский, И. Б. Сладков, Е. Г. Фирсова. —

Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-3023-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104851>

2. Мельниченко, А. С. Статистический анализ в металлургии и материаловедении : учебник / А. С. Мельниченко. — Москва : МИСИС, 2009. — 268 с. — ISBN 978-5-87623-258-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117015>

3. Кучеряев, Б. В. Моделирование процессов и объектов в металлургии. Моделирование и оптимизация процессов листовой прокатки : учебное пособие / Б. В. Кучеряев, В. Б. Крахт, П. Ю. Соколов. — Москва : МИСИС, 2009. — 63 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116998>

**в) Методические указания:**

.1. Сибатуллин С.К., Харченко А.С. Анализ причин изменения удельного расхода кокса и производительности доменной печи по производственным данным. Магнитогорск: МГТУ, 2011. – 18 с.

2. Сибатуллин С.К. Определение удельного расхода кокса и производительности доменной печи при изменении условий работы. Магнитогорск: МГТУ, 2009. – 13 с.

3. Сибатуллин С.К., Ваганов А.И., Прохоров И.Е., Майорова Т.В. Расчёт технических показателей доменной плавки. Магнитогорск: МГТУ, 2011. – 74 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
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
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>

Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

#### Примерные практические задания:

1. Взаимодействие науки и производства и комплексный анализ проблем.
2. Возникновение проблем и необходимости их решения, обусловленных ходом развития производства. Матрица загрузки доменной печи
3. Проблемы достижения эффективного режима горения кокса и топливных добавок у фурм доменной печи и характеризующих их показателей.
4. Основные требования по силовому взаимодействию потоков шихты и газа для достижения наилучших результатов доменной плавки
5. Проблемы обеспечения хода процессов восстановления по высоте и сечению доменной печи и характеризующих их показателей
6. Анализ хода плавления и шлакообразования по высоте и сечению доменной печи; показателей, характеризующие свойства чугуна и шлака
7. Знакомство с автоматизированными обучающими системами по выплавке стали в конвертерах и электродуговых печах.
8. Изучение конструкции конвертера и технологии выплавки стали на имитаторе – тренажере «Машинист дистрибутора».
9. Изучение конструкции электродуговой печи и технологии выплавки стали на имитаторе – тренажере «Сталевар ДСП».

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

- 1 Профиль рабочего пространства кислородного конвертера. Вместимость и удельный объем конвертеров. Соотношение основных параметров конструкции.
- 2 Особенности конструкции дуговой электропечи.
- 3 Футеровка конвертера: материалы и ее стойкость.
- 4 Водоохлаждаемые элементы ДСП.
- 5 Классификация охладителей конвертерных газов.
- 6 Особенности конструкции газоотводящего тракта ДСП.
- 7 Пылеулавливающие аппараты: эффективность, достоинства и недостатки. Особенности «мокрой» и «сухой» очистки газов.
- 8 Газоотводящие тракты кислородных конвертеров при работе с дожиганием и без дожигания монооксида углерода.
- 9 Закономерности движения газа по каналам переменного сечения.
- 10 Характеристика сопла Лавалья и режимы его работы.
- 11 Строение сверхзвуковой струи.
- 12 Структура конвертерной ванны после заливки жидкого чугуна.
- 13 Основные процессы в первичной реакционной зоне при продувке металла кислородом.
- 14 Основные процессы во вторичной реакционной зоне при продувке кислородом.
- 15 Структура реакционной зоны при продувке металла сверху.
- 16 Роль оксидов железа в окислительных процессах реакционной зоны.
- 17 Особенности окисления углерода в кислородном конвертере и ДСП.
- 18 Характер окисления кремния и марганца в кислородном конвертере и ДСП.
- 19 Поведение фосфора во время продувки в кислородном конвертере.
- 20 Образование шлако-металлической эмульсии в рабочем пространстве агрегата.
- 21 Роль корольков металла в окислительных процессах.
- 22 Выход жидкого металла в кислородном конвертере и ДСП.
- 23 Особенности десульфурации металла в конвертере и ДСП.
- 24 Конвертерный газ: состав, температура, запыленность.
- 25 Особенности газообразования в ДСП.

- 26 Изменение средней температуры металла по ходу плавки.
- 27 Дутьевой режим классической технологии кислородно- конвертерной плавки.
- 28 Шлаковый режим классической технологии кислородно- конвертерной плавки.
- 29 Показатели шлакообразования и их изменения по ходу плавки.
- 30 Комбинированная продувка конвертерной ванны: способы и реагенты.
- 31 Дутьевые устройства при продувке металла.
- 32 Особенности электрического режима ДСП.
- 33 Тепловая работа ДСП.
- 34 Основные методы ведения плавки в ДСП.
- 35 Варианты технологии плавки стали в ДСП.
- 36 Особенности выплавки легированных сталей в ДСП.

### **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. Metallургические 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:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1 способность анализировать полный технологический цикл получения и обработки материалов		
Знать	современные технологические процессы за рубежом	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы цели современных технологических процессов за рубежом при подготовки природных материалов к проведению металлургического производства?</li> <li>2. Какие способы подготовки природных материалов используются за рубежом для совершенствования <b>процессов</b> металлургического производства?</li> <li>3. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом <b>для</b> дробления и измельчения материалов при подготовке к металлургическому производству?</li> <li>4. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по грохочению и классификации сыпучих материалов?</li> <li>5. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом <b>по</b> обогащения железных руд?</li> <li>6. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по усреднению материалов при подготовке к металлургическом производстве?</li> <li>7. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом <b>по упрочнению агломерата</b>?</li> <li>8. Какие современные разновидности агломерации железных руд и концентратов имеются за рубежом?</li> <li>9. Какие минералы обеспечивают развитие агломерации железных руд и концентратов в современных технологическх процессах за рубежом?</li> <li>10. Какими основными показателями характеризуют результат <b>при оценке</b> качества агломерата в современные технологические процессах за рубежом?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>рубежом?</p> <p>11. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по получению окатышаей в металлургическом производстве?</p> <p>12. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по производству сырых окатышей?</p> <p>13. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по зонам конвейерной машины для обжига окатышей?</p> <p>14. Какие современные технологические процессы имеются за рубежом по оценке качества окатышей?</p>
Уметь	оценивать эффективность технологических процессов при производстве различных шихтовых материалов металлургического производства	<p><b>Примерные практические задания:</b></p> <p>Провести обзор литературы по оценке эффективности технологических процессов 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>
Владеть	навыками оптимизации технологических процессов	<p><b>Задания на решение задач:</b></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.</p>
ПК 3: способность анализировать основные закономерности фазовых равновесий и кинетики превращений в многокомпонентных системах тки материалов		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и закономерности кинетики превращений многокомпонентных систем;</li> <li>- основные закономерности фазовых равновесий в многокомпонентных системах</li> </ul>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <p>1. Изложите основные определения и понятия, используемые по фазовым равновесиям в теории процессов производства чугуна.</p> <p>2. Изложите основные определения и понятия, используемые по кинетике превращений в теории процессов производства чугуна;</p> <p>3. Какие показатели используют для характеристики фазовых равновесии</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>при восстановлении железорудного сырья.</p> <p>4. Какие показатели используют для характеристики параметры кинетики превращений при восстановлении железорудного сырья.</p> <p>5. Какова сущность фазовых равновесий при горении топлива в фурменных очагах.</p> <p>6. В чём проявляется кинетика превращений при определяющей роли силового взаимодействия потоков шихты и газа.</p> <p>7. В чём проявляются фазовые равновесия в закономерностях изменения температур в агрегате по производству чугуна.</p> <p>8. Как изменить кинетику превращений <b>для достижения максимальной производительности и минимального удельного расхода кокса.</b></p> <p>9. Как изменить кинетику превращений <b>для обеспечения ровного схода шихты.</b></p> <p>10. Как учитывать фазовые равновесия <b>при определении предельной степени использования монооксида углерода и водорода.</b></p> <p>11. В чём проявляется кинетика превращений при <b>формирования чугуна, первичных, промежуточных и конечных шлаков.</b></p> <p>12. Изложите фазовые равновесия и кинетику превращений при распределении серы в процессах производства чугуна.</p> <p>13. Охарактеризуйте многокомпонентности шихтовых материалы доменной плавки; основные технико-экономические показатели и способы их улучшения; общие правила построения алгоритмов автоматизированного управления доменным процессом.</p> <p>14. Дайте определения 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.</p>
Уметь	<p>- анализировать основные закономерности фазовых равновесий и кинетики превращений в многокомпонентных системах</p> <p>- оценивать влияние различных факторов на</p>	<p><b>Примерные практические задания:</b></p> <p>Провести обзор литературы по анализу основных закономерностей фазовых равновесий и кинетики превращений в многокомпонентных системах .</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>процессы в многокомпонентных системах - прогнозировать результаты процессов в многокомпонентных системах</p>	<p>Провести обзор литературы по оценке влияния различных факторов на процессы в многокомпонентных системах. Провести обзор литературы по прогнозированию результатов процессов в многокомпонентных системах Составить аннотации по выявленным источникам. Выявить ключевые слова в выявленных источниках. Разработать тестовые задания для углублённого изучения наиболее существенной информации.</p>
Владеть	<p>- навыками математического описания процессов в многокомпонентных системах - навыками анализа оценки процессов в многокомпонентных системах</p>	<p><b>Задания на решение задач:</b> 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. По результатам расчёта представить анализ оценки процессов в многокомпонентных системах.</p>
<p>УК 2: 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</p>		
Знать	<p>основы обработки данных эксперимента</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b> 1. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>преобразования свойств руд, извлекаемых из месторождений.</b> 2. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>агломерации.</b> 3. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>формирования сырых окатышей и их обжига.</b> 4. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>процессов восстановления, плавления и шлакообразования в условиях доменной плавки.</b> 5. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>процессов при конверторной плавке стали.</b></p> <p>6. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>процессов при плавке стали в электропечах.</b></p> <p>7. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследований по наиболее существенным проблемам <b>процессов при разливке стали.</b></p> <p>8. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>процессов при выплавке ферросплавов</b></p> <p>9. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>получения железа прямого восстановления.</b></p> <p>10. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>получении меди.</b></p> <p>11. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>получении никеля.</b></p> <p>12. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>получении алюминия.</b></p> <p>13. Каковы методы обработки данных эксперимента в комплексных исследованиях по наиболее существенным проблемам <b>процессов при получении металлического титана и пигментного диоксида титана.</b></p>
Уметь	обрабатывать экспериментальные данные	<p><b>Примерные практические задания:</b></p> <p>Провести обзор литературы по обработке экспериментальные данные.</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>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	навыками проведения исследований на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	<p><b><i>Задания на решение задач:</i></b></p> <p>На основе представленной в образовательной портале методики расчёта проиллюстрировать навыки проведения исследований на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки. Расчётами исследовать повышение производительности доменной печи увеличением содержания железа в шихте.</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Пиррометаллургические процессы и агрегаты» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

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 **«отлично»** – обучающийся 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 **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. в достаточной мере усвоил предусмотренный программный материал, правильно, аргументировано ответил на вопросы, показал хорошие знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников, а также без ошибок выполнил практическое задание;

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. предусмотренный программный материал усвоен не в полной мере, обучающийся дал ответы не на все вопросы, показал неглубокие знания, плохо владеет приемами рассуждения и сопоставления материалов, а также выполнил практическое задание с ошибками;

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