



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

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ПРОИЗВОДСТВО ФЕРРОСПЛАВОВ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Metallurgy of black metals

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материаловобработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	5

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий  
18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры МиХТ, д-р техн. наук  В.А. Бигеев

Рецензент:  
Директор ООО "Шлаксервис", канд. техн. наук  А.Б. Великий

**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и химических технологий**

Протокол от 31.08.2020 г. № 1  
Зав. кафедрой А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 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 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

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

Цель освоения дисциплины

- углубить знания студентов по теоретическим основам производства черных металлов и научить использовать их в профессиональной деятельности.
- дать знания по современным технологиям выплавки ферросплавов в электрических и агрегатах других типов с учетом особенностей их конструкции и эксплуатации.
- научить студентов выполнять инженерные расчеты по технологии выплавки ферросплавов и конструкции электрических агрегатов.

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

Дисциплина Производство ферросплавов входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Основы металлургического производства

Выплавка стали в электропечах

Выплавка стали в конвертерах

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

Научно-исследовательская работа

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Производство ферросплавов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1 способностью к анализу и синтезу	
Знать	основные понятия, классификацию и способы производства ферросплавов
Уметь	совершенствовать навыки, переносить результаты в область материально-практической, технической деятельности
Владеть	способностью абстрактно мыслить, анализировать, систематизировать получаемую информацию
ПК-3 готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	
Знать	основы и различные методы производства ферросплавов, а также технические и технологические средства реализации процессов
Уметь	выявлять физическую сущность явлений и процессов в агрегатах различных типов и выполнять применительно к ним простые технические расчеты

Владеть	расширенным инструментарием решения технических задач инструментарием решения физических задач в области черной металлургии, методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах.
---------	---

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 14,9 акад. часов;
- аудиторная – 12 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 120,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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. Введение. Значение и области применения ферросплавов.								
1.1 Классификация ферросплавов.	5	0,5		1/0,25И	15	Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос	ПК-1, ПК-3
1.2 Конструкция шахтных электродуговых печей		0,5		1/0,25И	15	Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками	Устный опрос	ПК-1, ПК-3
Итого по разделу		1		2/0,5И	30			
2. Шихтовые материалы для выплавки ферросилиция.								
2.1 Технология плавки, основные ТЭП. Шихтовые материалы для выплавки ферротитана.	5	0,5		1/0,25И	15	Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками	Устный опрос	ПК-1, ПК-3

2.2 Технология плавки, основные ТЭП		0,5		1/0,25И	15	Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос	ПК-1, ПК-3
Итого по разделу		1		2/0,5И	30			
3. Шихтовые материалы для выплавки феррохрома.								
3.1 Технология плавки, основные ТЭП. Шихтовые материалы для выплавки ферровольфрама.	5	0,5		1/0,25И	15	Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос	ПК-1, ПК-3
3.2 Технология плавки, основные ТЭП.		0,5		1/0,25И	15	Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос	ПК-1, ПК-3
Итого по разделу		1		2/0,5И	30			
4. Шихтовые материалы для выплавки углеродистого ферромарганца.								
4.1 Технология плавки, основные ТЭП. Шихтовые материалы для выплавки низкоуглеродистого ферромарганца.	5	0,5		1/0,25И	15	Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос	ПК-1, ПК-3
4.2 Технология плавки, основные ТЭП. Шихтовые материалы для выплавки феррованадия. Технология плавки, основные ТЭП.		0,5		1/0,25И	15,4	Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос	ПК-1, ПК-3
Итого по разделу		1		2/0,5И	30,4			
Итого по дисциплине		4		8/2И	120,4		экзамен	ПК-1, ПК-3

## **5 Образовательные технологии**

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

Передача необходимых знаний и формирование основных представлений по дисциплине происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов. При этом теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения и для подготовки вопросов лектору.

Лекционный материал закрепляется в ходе практических занятий, на которых выполняются групповые задания по пройденной теме. При проведении практических занятий используется работа в команде и методы IT.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к индивидуальной проработке тем дисциплины и подготовке к сдаче зачета.

При проведении практических занятий необходимо целенаправленно переходить от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивая логическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование как традиционной, так проблемной и интерактивной образовательных технологий.

## **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. Лякишев, Н.П. Металлургия ферросплавов : учебное пособие / Н.П. Лякишев, М.И. Гасик, В.Я. Дашевский. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 : Металлургия сплавов кремния, марганца и хрома — 2006. — 117 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1842>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Колесников, Ю. А. Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе : учебное пособие / Ю. А. Колесников, Б. А. Буданов, А. М. Столяров ; под ред. В. А. Бигеева; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2015 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2674.pdf&show=dcatalogues/1/1131421/2674.pdf&view=true>. - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Электрометаллургия стали и ферросплавов. Раздел: Расчеты по технологии электроплавки : учебное пособие / В.А. Григорян, А.Я. Стомахин, О.И. Островский, Г.И. Котельников ; под редакцией В.А. Григоряна. — 2-е изд., доп. — Москва : МИСИС, 2001. — 38 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116967>

3. Протасов, А. В. Машины и агрегаты металлургического производства.



Агрегаты внепечной обработки жидкой стали. Курс лекций : учебное пособие / А. В. Протасов, Б. А. Сивак, Н. А. Чиченев. — Москва : МИСИС, 2009. — 182 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1847>

**в) Методические указания:**

1. Бигеев В.А., Пантелеев А.В. Потапова М.В. Расчет выплавки ферроникеля: Метод.указания по выполнению курсовой работы студентами спец. 22.03.02 по дисциплине «Электрометаллургия стали и ферросплавов». Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2016. 26с.

2. Бигеев В.А., Пантелеев А.В. Расчет выплавки ферросилиция: Метод.указания по выполнению курсовой работы студентами спец. 22.03.02 по дисциплине «Электрометаллургия стали и ферросплавов». Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2016. 32с.

3. Бигеев В.А., Пантелеев А.В. Расчет выплавки ферромарганца: Метод.указания по выполнению курсовой работы студентами спец.150101 по дисциплине «Электрометаллургия стали и ферросплавов». Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2016. 18с.

**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
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>
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>

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

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Аудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется на практических занятиях в виде выполнения упражнений и решения задач по заданию и под контролем преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде изучения учебной литературы и сбора информации по заданной тематике.

***Примерные вопросы к устному опросу:***

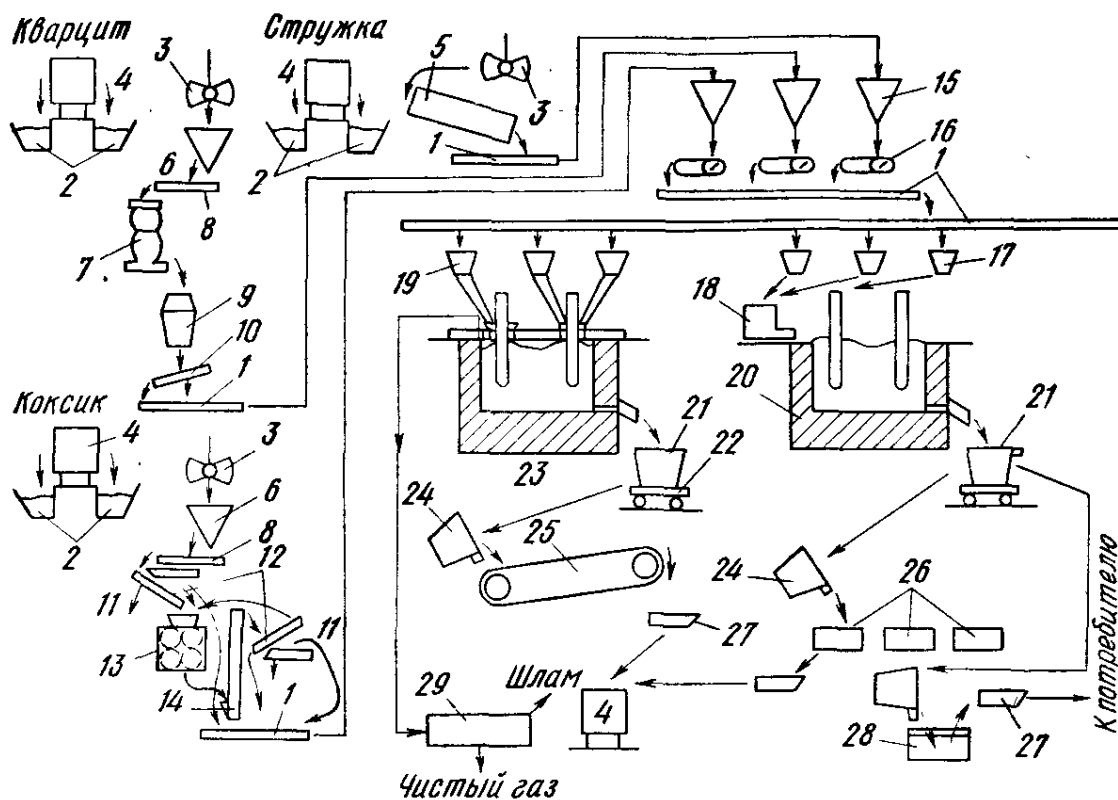
1. Что такое ферросплавы, лигатура и модификатор?
2. Классификация ферросплавов
3. Общие требования к качеству ферросплавов
4. Виды и особенности ферросплавных процессов
5. Печи для производства ферросплавов
6. Сплавы кремния, получение ферросилиция
7. Сплавы хрома
8. Сплавы марганца

***Примерные вопросы к экзамену:***

1. Применение ферросилиция
2. Шихтовые материалы для выплавки ферросилиция
3. Физико-химические условия получения ферросилиция
4. Ферросилиций FeSi. Производство ферросилиция
5. Влияние количества восстановителя в шихте на ход плавки
6. Выпуск и разливка ферросилиция
7. Ферросилиций FeSi. Рафинирование ферросилиция от алюминия и кальция
8. Ферросилиций FeSi. Удельный расход электроэнергии и материалов при выплавке ферросилиция
9. Сплавы хрома. Феррохром FeCr. Применение
10. Феррохром FeCr. Шихтовые материалы для производства феррохрома
11. Феррохром FeCr. Производство углеродистого феррохрома
12. Феррохром FeCr. Низкоуглеродистый феррохром. Обезуглероживание феррохрома
13. Применение сплавов марганца
14. Шихтовые материалы для выплавки ферромарганца и силикомарганца
15. Производство углеродистого ферромарганца
16. Выплавка малофосфористого шлака
17. Производство силикомарганца
18. Технология производства малоуглеродистого ферромарганца и металлического марганца
19. Технология производства средне- и высокоуглеродистого ферромарганца
20. Технология производства металлического марганца

### Пример итоговой контрольной работы:

Описать технологию производства ферросплава по представленной схеме. Дать расшифровку позиций.



**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 - способностью к анализу и синтезу		
Знать	основные понятия, классификацию и способы производства ферросплавов	<p><i>Примерные теоретические вопросы:</i></p> <p>Роль ферросплавного производства в металлургии.                      Классификация способов производства ферросплавов.                      Шихтовые материалы, используемые в производстве ферросплавов.                      Производство углеродистого ферромарганца.                      Производство низкоуглеродистого ферромарганца.                      Производство металлического марганца.                      Производство феррохрома.                      Производство низкоуглеродистого феррохрома.                      Производство феррованадия.                      Производство ферросилиция.                      Производство ферроникеля.</p>
Уметь	совершенствовать навыки, переносить результаты в область материально-практической, технической деятельности	<p><i>Примерные практические задания:</i></p> <p>Составить технологическую последовательность производства углеродистого ферромарганца с указанием используемого оборудования                      Определить типы ферросплавов по представленным образцам                      Описать технологию производства ферросплава по представленной схеме.                      Дать расшифровку позиций.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	способностью абстрактно мыслить, анализировать, систематизировать получаемую информацию	<p>Задания на решение задач из профессиональной области</p> <p>Определить различия в технологиях производства углеродистого, низкоуглеродистого и металлического ферромарганца</p> <p>Описать различия в технологиях производства обычного и низкоуглеродистого феррохрома</p> <p>По представленному химическому анализу ферросплава определить его тип.</p> <p>Дать развернутое объяснение.</p>
ПК-3 готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности		
Знать	основы и различные методы производства ферросплавов, а также технические и технологические средства реализации процессов	<p><i>Примерные теоретические вопросы:</i></p> <p>Роль ферросплавного производства в металлургии.</p> <p>Классификация способов производства ферросплавов.</p> <p>Шихтовые материалы, используемые в производстве ферросплавов.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Производство углеродистого ферромарганца.            Производство низкоуглеродистого ферромарганца.            Производство металлического марганца.            Производство феррохрома.            Производство низкоуглеродистого феррохрома.            Производство феррованадия.            Производство ферросилиция.            Производство ферроникеля.            Производство никеля.            Производство композитных ферросплавов.            Получение ферросплавов методом синтеза.            Производство азотированных ферросплавов.            Производство борированных ферросплавов.            Производство ферровольфрама.            Производство ферротитана.            Производство ферросплавов на основе редкоземельных элементов.            Конструкция ферросплавных печей.            Классификация ферросплавных печей.            Самоспекающиеся электроды.</p>
Уметь	<p>выявлять физическую сущность явлений и процессов в агрегатах различных типов и выполнять применительно к ним простые технические расчеты</p>	<p><i>Примерные практические задания:</i>            Описание принцип производства по представленной схеме.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p>The diagram shows a cross-section of a blast furnace with various components labeled with numbers 1 through 12. Elevation markers are present: +24770 at the top, +78600 for the furnace body, and +8400 for the lower section. A vertical dimension of 1500 is marked for a specific part. The drawing illustrates the internal structure, including the gas downcomer, tuyeres, and the hearth area.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>По представленным образцам ферросплавов определить их тип.</li> <li>Определить содержание <math>Fe_2O_3</math> в исходном сырье, если известно, что содержание <math>FeO</math> в нем 12%, а общее содержание железа 58%</li> <li>Определить расход марганцевой руды на выплавку ферромарганца в доменной печи при условии содержания марганца в руде 25%, закиси марганца – 15%, двуоуокси марганца 55%., Содержание железа в руде – 18%, закиси железа – 5%.</li> </ol>
Владеть	расширенным инструментарием решения технических задач инструментарием решения физических задач в области черной металлургии, методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах.	<p>Задания на решение задач из профессиональной области</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Определить технологию производства по представленной схеме. Провести анализ представленного производства</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p data-bbox="974 614 2083 718">2. Провести сравнительный анализ производства черных металлов. Представить схемы производства. Указать основные физические явления, протекающие в этих процессах.</p>

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

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

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает два теоретических вопроса и одно практическое задание в виде задачи.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – 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 «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.