

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Дарья Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 14.02.2023 15:51:59  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

## МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Национальный исследовательский университет «МИСиС»  
Новотроицкий филиал

Рабочая программа утверждена  
решением Ученого совета  
НИТУ «МИСиС»  
от «31» августа 2020 г.  
протокол № 1-20

# ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВЫБОРУ Б1.В.ДВ.2 Экстракция черных металлов из природного сырья рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)</b>
Учебный план	22.03.02_18_Металлургия_Пр1_заоч_2020.plz.xml Направление подготовки 22.03.02 Металлургия Профиль. Металлургия черных металлов
Квалификация	<b>Бакалавр</b>
Форма обучения	<b>заочная</b>
Общая трудоемкость	<b>6 ЗЕТ</b>

Часов по учебному плану	216	Виды контроля на курсах: экзамены 3 курсовые работы 3
в том числе:		
аудиторные занятия	24	
самостоятельная работа	183	
часов на контроль	9	

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Лекции	12	12	12	12
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	8	8	8	8
В том числе инт.	8	8	8	8
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	183	183	183	183
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Братковский Е.В. \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Экстракция черных металлов из природного сырья**

разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Образовательный стандарт высшего образования НИТУ "МИСиС" по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (уровень бакалавриата). Утвержден приказом НИТУ "МИСиС" от 02 декабря 2015г. №602о.в.

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 22.03.02 Metallургия Профиль. Metallургия черных металлов утвержденного учёным советом вуза от 21.05.2020 протокол № 10/зг.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 18.06.2020 г. № 11

Срок действия программы: 2020-2021 уч.г.

Зав. кафедрой доцент, к.т.н. А.Н. Шаповалов

\_\_\_\_\_

*подпись*

\_\_\_\_\_

*И.О. Фамилия*

Руководитель ОПОП ВО

\_\_\_\_\_

*подпись*

\_\_\_\_\_

*И.О. Фамилия*

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)**

1.1	Изучить основные минералы железных и марганцевых руд, способы их дробления, измельчения и окускования.
1.2	Изучить термодинамические и технологические особенности доменной плавки, способы ее интенсификации.
1.3	Изучить внедоменные способы получения чугуна.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.2
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Математика;
2.1.2	Химия.
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Специальные стали;
2.2.2	Теория и технология производства стали;
2.2.3	Электрометаллургия стали и ферросплавов;
2.2.4	Проектирование сталеплавильных и доменных цехов;
2.2.5	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 1);
2.2.6	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 2);
2.2.7	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 3).

**3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР), СООТНЕСЕННЫЕ С СООТВЕТСТВУЮЩИМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ, КОТОРЫЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ДОСТИГНУТЫ ОБУЧАЮЩИМСЯ****ПК-3.1 : Способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке****Знать:**

Уровень 1	Устройство, принцип действия и правила эксплуатации технологического оборудования для производства агломерата и окатышей, доменного цеха
Уровень 2	
Уровень 3	

**Уметь:**

Уровень 1	Осуществлять технологический процесс производства агломерата, окатышей и выплавки чугуна с учетом особенностей оборудования и требований к качеству продукции
Уровень 2	
Уровень 3	

**Владеть:**

Уровень 1	Методами расчета шихты, материального и теплового балансов процессов агломерации, производства окатышей и доменной плавки
Уровень 2	
Уровень 3	

**ПСК-1 : Способность анализировать и совершенствовать технологические процессы экстракции черных металлов из природного сырья и техногенных отходов металлургического производства****Знать:**

Уровень 1	Влияние конструктивных особенностей оборудования и технологических параметров процессов агломерации, обжига окатышей и доменной плавки на технико-экономические показатели производства
Уровень 2	
Уровень 3	

**Уметь:**

Уровень 1	Анализировать и совершенствовать технологические процессы агломерации, обжига окатышей и доменной плавки
Уровень 2	
Уровень 3	

**Владеть:**

Уровень 1	Методикой определения оптимальных технологических параметров процессов агломерации, обжига окатышей и доменной плавки
Уровень 2	
Уровень 3	

<b>УК-11.1 : Способность управлять своей профессиональной деятельностью или проектами в соответствующей профессиональной сфере, брать на себя ответственность за принятие решений</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	Принципы рационального использования природных ресурсов в технологических процессах производства
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	Оценивать ресурсо-экологические характеристики технологических процессов в сфере профессиональной деятельности
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	Навыками определения ресурсоемкости и воздействия на окружающую среду технологических процессов окискования сырья и доменного производства
Уровень 2	
Уровень 3	

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	<b>Раздел 1. Роль процессов экстракции черных металлов в современной металлургии</b>					
1.1	1.1 Ресурсная база черной металлургии. Черные металлы. Основные направления экстракции черных металлов. Ресурсо-экологические прогнозы развития черной металлургии. 1.2 Схемы современных процессов экстракции черных металлов. Подготовка железорудного сырья. Дробление, измельчение, грохочение материалов. Обогащение железорудного сырья. /Лек/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3	
1.2	Изучение тем: Ресурсо-экологические прогнозы развития черной металлургии. Обогащение железорудного сырья (особенности магнитного обогащения руд). /Ср/	3	10	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 2. Теоретические основы окискования природного и техногенного сырья</b>					
2.1	2.1 Требования к окискованному продукту. Основы формирования окискованного сырья. Окислительно-восстановительные процессы. Химические реакции в твердой фазе. 2.2 Основы спекания дисперсных материалов. Твердофазное и жидкофазное спекание. Основы теории слоевых процессов. 2.3 Горение топлива. Расплавление шихты и кристаллизация расплава. /Лек/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
2.2	Расчет показателей обогащения железных руд /Пр/	3	1	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	Case-study
2.3	Изучение тем: Основы формирования окискованного сырья. Окислительно-восстановительные процессы. Химические реакции в твердой фазе. Расплавление шихты и кристаллизация расплава. /Ср/	3	10	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 3. Технология и оборудование процессов агломерации железорудного сырья</b>					

3.1	Технология и оборудование процессов агломерации железорудного сырья 3.1 Схема процесса агломерации. Химический состав и физические свойства шихты и ее подготовка. 3.2 Технология процесса получения агломерата. Контроль и управление процессом. Техно-экономические показатели производства. 3.3 Формирование агломерата и его металлургические свойства. Управление качеством агломерата. Поведение примесных элементов. /Лек/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.2	Агломерация железорудного сырья /Лаб/	3	1	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	Case-study
3.3	Материальный и тепловой баланс аглопроцесса /Пр/	3	1	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	Case-study
3.4	Изучение тем: Контроль и управление процессом. Техно-экономические показатели производства. Управление качеством агломерата. Поведение примесных элементов. Конструкция и оборудование агломерационных цехов. /Ср/	3	10	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.5	Выполнение контрольной работы на тему: "Расчет материального и теплового баланса аглопроцесса" /Ср/	3	10	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 4. Технология и оборудование процессов производства железорудных окатышей</b>					
4.1	4.1 Схема процесса производства окатышей. Формирование сырых гранул. Высокотемпературное упрочнение. Поведение примесных элементов. 4.2 Технологические режимы производства окатышей. Формирование окатышей и управление их качеством. Техно-экономические показатели производства окатышей. 4.3 Конструкции и оборудование предприятий по производству окатышей. /Лек/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
4.2	Технология производства окатышей /Лаб/	3	1	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	Case-study
4.3	Материальный и тепловой баланс производства металлургических окатышей /Пр/	3	1	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	Case-study
4.4	Изучение тем: Формирование окатышей и управление их качеством. Техно-экономические показатели производства окатышей. Конструкции и оборудование предприятий по производству окатышей. /Ср/	3	10	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 5. Технология и оборудование процессов производства железорудных брикетов</b>					
5.1	Технология и оборудование процессов производства железорудных брикетов /Лек/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
5.2	Брикетирование руд /Лаб/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	Case-study
5.3	Материальный и тепловой баланс процессов брикетирования /Пр/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	Case-study
5.4	Изучение тем: Технология и оборудование процессов производства железорудных брикетов /Ср/	3	10	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	

	<b>Раздел 6. Ресурсо-экологические характеристики процессов подготовки сырья</b>					
6.1	6.1 Экобалансы различных схем подготовки сырья. Структура, энергозатрат и основные направления энергосбережения. 6.2 Материалосбережение и рециклинг материалов. Формирование выбросов и утилизация производственных отходов. /Лек/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
6.2	Ресурсо-экологические характеристики процессов подготовки сырья /Пр/	3	1	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
6.3	6.1 Структура, энергозатрат и основные направления энергосбережения. 6.2 Формирование выбросов и утилизация производственных отходов. /Ср/	3	10	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 7. Технология доменной плавки: процессы нагрева и восстановления шихтовых материалов</b>					
7.1	7.1 Нагрев и разложение компонентов шихты. Эффективность проплавки окускованных материалов. 7.2 Термодинамика восстановления железа из оксидов и сложных соединений монооксидом углерода и водородом. 7.3 Восстановление оксидов железа твердым углеродом. Реакция газификации углерода. Прямое и не прямое восстановление в доменной печи. 7.4 Восстановление кремния и получение литейных чугунов и ферросилиция. 7.5 Восстановление марганца и получение марганцовистых чугунов и ферромарганца в доменной печи. восстановления. /Лек/	3	1	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
7.2	Материальный и тепловой баланс доменной плавки /Пр/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
7.3	Изучение тем: Восстановление фосфора, титана, редких и рассеянных элементов в доменной печи. Поведение цинка, щелочей и галогенов в доменной печи. Влияние развития процессов восстановления на энергозатраты в доменной печи. /Ср/	3	10	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
7.4	Выполнение контрольной работы на тему: "Расчет материального и теплового баланса доменной плавки" /Ср/	3	10	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 8. Формирование чугуна и шлака</b>					
8.1	8.1 Науглероживание железа и формирование чугуна. Качество чугуна. Формирование шлака. Первичные, промежуточные и конечные шлаки. 8.2 Свойства шлаков. Влияние шлакового режима на показатели доменной плавки и качество чугуна. Утилизация шлаков. 8.3 Поведение серы в доменной печи. Термодинамика и кинетика десульфурации чугуна. Управление поведением серы в доменной печи. /Лек/	3	1	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
8.2	Изучение тем: Внедоменная обработка чугуна. Удаление серы, фосфора, кремния и др. элементов при внедоменной обработке чугуна. /Ср/	3	10	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	

	<b>Раздел 9. Горение топлива, теплообмен в слое, движение материалов и газов в доменной печи</b>					
9.1	9.1 Горение топлива в горне печи. Окислительная зона. Состав печного газа в горне и его изменение по высоте печи. Теоретическая температура горения и методы ее контроля и расчеты. 9.2 Теплообмен в доменной печи. Понятие «водяных эквивалентов» и методы расчета температурных профилей печи. Общие и зональные тепловые балансы и методы их расчета. 9.3 Движение материалов и газов в шахтных печах. Закономерности движения газов в слое кусковых материалов. 9.4 Распределение шихты в печи и управление движением газового потока. Повышенное давление газов в рабочем пространстве. Движение расплавов. /Лек/	3	1	ПСК-1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
9.2	Изучение тем: Горение топлива в горне печи. Окислительная зона. Состав печного газа в горне и его изменение по высоте печи. Теоретическая температура горения и методы ее контроля и расчеты. Теплообмен в доменной печи. Понятие «водяных эквивалентов» и методы расчета температурных профилей печи. Общие и зональные тепловые балансы и методы их расчета. 9.3 Движение материалов и газов в шахтных печах. Закономерности движения газов в слое кусковых материалов. 9.4 Распределение шихты в печи и управление движением газового потока. Повышенное давление газов в рабочем пространстве. Движение расплавов. /Ср/	3	6	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 10. Ресурсосбережение, экология и технико-экономические показатели доменной плавки</b>					
10.1	10.1 Энергоемкость и материалоемкость доменного производства. 10.2 Основные направления энергосбережения. 10.3 Вдувание углеродсодержащих добавок в горн печи. 10.4 Формирование выбросов в доменной печи. /Лек/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3	
10.2	Изучение тем: Эффективность переработки техногенных и бытовых отходов, в том числе и токсичных, в доменной печи. Технико-экономические показатели доменной плавки. /Ср/	3	8	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 11. Конструкция и оборудование доменных печей и цехов</b>					
11.1	11.1 Устройство доменных печей. Литейный двор. Рудный двор. 11.2 Подача дутья и конструкции водонагревателей. 11.3 Очистка доменного газа. Транспорт чугуна и шлака. Разливочные машины. /Лек/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Э1 Э2 Э3	

11.2	Изучение коллекции образцов сырых материалов и продуктов доменной плавки /Лаб/	3	1	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	Case-study
11.3	Изучение тем: Организация доменной плавки. Математическое описание доменного процесса и компьютерное управление процессом. /Ср/	3	9	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3	
11.4	Расчет профиля доменной печи /Пр/	3	2	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3	
11.5	Выполнение курсовой работы /Ср/	3	15		Л1.1	
<b>Раздел 12. Технология и оборудование внедоменного получения чугуна и железа</b>						
12.1	7.1 Нагрев и разложение компонентов шихты. Эффективность проплавки окускованных материалов. 7.2 Термодинамика восстановления железа из оксидов и сложных соединений монооксидом углерода и водородом. 7.3 Восстановление оксидов железа твердым углеродом. Реакция газификации углерода. Прямое и не прямое восстановление в доменной печи. 7.4 Восстановление кремния и получение литейных чугунов и ферросилиция. /Лек/	3	1		Л1.1	
12.2	Изучение тем: Пирофорность свежевосстановленного железа и методы ее подавления. Свариваемость Экобалансы процессов металлургии железа. Анализ энергетических и материальных затрат. Выбросы в окружающую среду. /Ср/	3	10	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3	
12.3	Подготовка к защите курсовой работы /Ср/	3	15		Л3.1	
12.4	Защита курсовой работы /КР/	3	4		Л3.1	
12.5	Подготовка к экзамену /Ср/	3	20	ПСК-1 ПК-3.1 УК-11.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3	
12.6	Экзамен по дисциплине "Теория и технология окускования сырья и доменного производства" /Экзамен/	3	5			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

1) выполнение и защита лабораторных работ в виде устного опроса по контрольным вопросам.

Промежуточная аттестация по УД осуществляется при использовании следующих обязательных форм контроля:

1. Выполнение и защита курсовой работы в устной форме по контрольным вопросам и заданиям, или в виде компьютерного тестирования по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.
2. Экзамен, который может проводиться в устной форме по билетам, включающим теоретические вопросы и задачи, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.

Перечень вопросов и заданий по видам текущего контроля и промежуточной аттестации представлен ниже.

Рабочей программой УД предусмотрено проведение 4-х лабораторных работ. По каждой лабораторной работе оформляется отчет, который защищается индивидуально по контрольным вопросам лабораторного практикума. Защищенные лабораторные работы являются допуском к промежуточной аттестации в форме экзамена.

Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-1-31, У1):

1. Что такое агломерация?
2. Назовите основные компоненты аглошихты и как она готовится к спеканию?
3. Какие зоны образуются при спекании и от чего зависит скорость спекания?
4. Почему образуются зоны конденсации и переувлажнения?



5. Дайте характеристику основных физико-химических процессов, происходящих при формировании структуры агломерата?
6. Почему низ агломерата получается более оплавленным, хотя топливо равномерно распределено в шихте?
7. Почему аглоспек по периферии чаши менее оплавлен, чем по ее оси и какая его часть является наименее прочной?
8. Почему в агломерационном газе по сравнению с воздухом содержится меньше кислорода и азота и больше водяных паров?
9. Почему спекание магнитных железняков по сравнению с красными и бурыми идет при меньшем расходе коксика?
10. В чем заключаются технологические особенности брикетирования?
11. Каковы основные преимущества и недостатки брикетирования?
12. В чем отличие холодного и горячего брикетирования?
13. Как влияют различные факторы на механическую прочность брикетов?
14. Почему в настоящее время брикетирование не получило широкого распространения?
15. Какова цель использования в доменной плавке кокса, железных и марганцевых руд, флюсов, агломератов и окатышей?
16. Определить по внешнему виду предлагаемый к опознанию минералогический тип руды, записать формулу ее основного рудного минерала и рассчитать содержание железа в нем.
17. Произвести металлургическую оценку имеющихся в коллекции образцов железных руд.
18. Объяснить влияние условий коксования на структуру и внешний вид кокса.
19. Дать характеристики качественного металлургического кокса.
20. Сформулировать отличия известняка от доломитизированного известняка по внешнему виду, химическому составу и цели использования в доменной плавке.
21. Определить по крупности флюс, используемый в производстве агломерата и окатышей.
22. Назвать цели дробления и измельчения, в чем их отличия?
23. Основные способы дробления, типы дробилок их преимущества и недостатки?
24. Какие применяются схемы дробления?
25. Основные способы измельчения?
26. Как классифицируются материалы по твердости и, какие существуют теории дробления?
27. Типы мельниц их преимущества и недостатки?
28. Перечислить основные способы обогащения?
29. Назвать основные показатели обогащения?
30. Какие существуют основные способы обогащения магнитной сепарации и типы сепараторов?
31. Каким образом можно обогащать магнитной сепарацией немагнитные и слабомагнитные железные руды?
32. В чем преимущества мокрой магнитной сепарации по сравнению с сухой?
33. Какими параметрами можно изменить показатели магнитной сепарации?

Теоретические вопросы для защиты курсовой работы (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-1-31, У1):

1. Что такое основность шлака, от чего она зависит и на какие параметры она влияет.
2. Основные свойства шлака: температура плавления, плавкость, вязкость, серопоглатительная способность.
3. То чего зависит серопоглатительная способность шлаков.
4. Что такое непрямое и прямое восстановление, и как их соотношение влияет на тепловой КПД доменной печи.
5. Из чего состоит материальный баланс доменной плавки.
6. Из чего состоит тепловой баланс доменной плавки.
7. Укажите размерности вязкостей шлаков.
8. Как по хим. составу шлака определить его температуру плавления, вязкость и плавкость.

Теоретические вопросы и практические задания для проведения экзамена в устной форме (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-1-31, У1, В1).

Теоретические вопросы экзаменационных билетов (УК-11.1-31, У1; ПК-3.1-31, У1; ПСК-1-31, У1):

1. Введение. Сыродутный процесс. История развития сыродутного производства.
2. Схема доменного производства. Продукты доменной плавки.
3. Дробление, типы дробилок.
4. Измельчение. Классификация.
5. Основные минералы железных и марганцевых руд.
6. Обогащение: промывкой, в тяжелых суспензиях.
7. Обогащение магнитной сепарацией.
8. Обжиг шихтовых материалов.
9. Топливо доменной плавки. Коксование.
10. Качество кокса. Заменители металлургического кокса.
11. Подготовка сырых материалов к плавке. Агломерация.
12. Спекание шихты на аглоленте. Технологический процесс производства агломерата.
13. Производство металлургических окатышей.
14. Брикетирование. Флюсы доменной плавки.
15. Разложение карбонатных соединений.
16. Сера в доменной плавке.
17. Общая схема доменного процесса.
18. Процессы, протекающие в горне доменной печи. Влияние различных факторов на размеры зон горения.
19. Физико-химические основы восстановительных процессов. Термодинамика.
20. Механизм и кинетика восстановления из Fe газами. Влияние различных факторов на скорость протекания

восстановительных реакций.

21. Восстановление оксидов Fe CO.
22. Восстановление оксидов Fe H<sub>2</sub>. Сравнение восстановления оксидов Fe, CO и H<sub>2</sub>.
23. Восстановление оксидов Fe углеродом. Сравнение НВ и ПВ.
24. Восстановление Mn, Si, P и других элементов.
25. Науглероживание Fe и образование чугуна.
26. Движение шихтовых материалов.
27. Газовый поток. Влияние различных факторов на потери напора и распределение газов по сечению печи.
28. Горение топлива у фурм. Виды расстройств доменной плавки.
29. Теплообмен между ш.м.
30. Окисление составных частей чугуна в зонах горения и их повторное восстановление.
31. Загрузка ш.м. и их распределение накалошнике.
32. Методы интенсификации доменной плавки. Нагрев дутья.
33. Интенсификация доменной плавки увлажнением дутья и обогащение его O<sub>2</sub>.
34. Интенсификация доменной плавки вдуванием природного газа, мазута.
35. Комбинированное дутье.
36. Внедоменные способы получения железа. Кричное производство.
37. Мидрекс процесс. Плавка жидкофазного восстановления.

Практические задания экзаменационных билетов (общие формулировки) (УК-11.1-У1, В1; ПК-3.1-У1, В1; ПСК-1-У1, В1):

Задача 1. Определить количество углерода кокса сгорающего у фурм доменной печи, если расход кокса составляет 440 кг/т чугуна, расход дутья 75 кг/т чугуна. Масса углерода расходуемого на прямое восстановление железа и других элементов – 75 кг/т. Содержание углерода в чугуне – 4%, в коксе 85%, в пылеугольном топливе – 82%.

Задача 2. Определить количество дутья, необходимого для сжигания 350 кг углерода кокса у фурм. Содержание кислорода в сухом дутье – 24%, влажность дутья – 1,2%.

Задача 3. Определить степень косвенного восстановления железа в доменной печи по следующим данным. Состав чугуна: C – 4,3%, Si – 0,7%, Mn – 0,6%, S – 0,02%, P – 0,06%. Расход углерода на прямое восстановление – 80 кг/т чугуна.

Задача 4. Состав шлака, кг: SiO<sub>2</sub> – 270 кг, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 32 кг, CaO – 240 кг, MgO – 12 кг. Состав известняка, %: SiO<sub>2</sub> – 1,0, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,8, CaO – 40, MgO – 12,4. Требуемая основность шлака – 1,2. Определить количество известняка, необходимое для получения требуемой основности.

Задача 5. Определить состав горнового газа для следующих условий плавки. Дутьё содержит 30% O<sub>2</sub>, влажность дутья  $f = 0,01$ .

Задача 6. В процессе доменной плавки при непрямом восстановлении образуется 360 м<sup>3</sup>/т CO<sub>2</sub> и 60 м<sup>3</sup>/т водяного пара. Степень косвенного восстановления 0,722. Определить расход углерода на прямое восстановление.

Задача 7. Температура чугуна снизилась с 1500 °С до 1470 °С. Сколько углерода выделится в 100-т ковше, если принять, что чугун является насыщенным раствором углерода в железе.

Задача 8. Определить коэффициент активности углерода в чугуне состава: [C] = 3,8%. В качестве чугуна принимается железоуглеродистый расплав без примесей.

Задача 9. Определить коэффициент активности и активность серы в чугуне следующего состава: [C] = 4,5%; [Si] = 0,8%; [Mn] = 0,7; [S] = 0,04%; [P] = 0,07%.

Задача 10. Определить коэффициент активности и активность серы в ферросплаве состава: [C] = 2,4%; [Si] = 13,6%; [Mn] = 2,4; [S] = 0,03%; [P] = 0,12%.

Задача 11. Определить количество дутья, необходимого для сжигания 400 кг углерода кокса у фурм. Содержание кислорода в сухом дутье – 25%, влажность дутья – 1,5%.

Тестовые вопросы и задания для проведения этапов промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-1-31, У1, В1)

Тестовые вопросы (УК-11.1-31; ПК-3.1-31; ПСК-1-31):

1. В чем преимущество офлюсованного агломерата перед обычным?
2. К чему приводит науглероживание металла в доменной плавке?
3. В чем заключается особенность доменного процесса?
4. Чем является газовый поток в доменной плавке?
5. Какие требования предъявляются к железным рудам?
6. С какой целью проводится магнетизирующий обжиг?
7. Выберите оптимальный технологический процесс подготовки железных руд?
8. Что лимитирует основность агломерата и окатышей?
9. Какие основные функции металлургического кокса?
10. От каких технологических факторов зависит приход серы доменную печь?
11. С какой целью применяют увлажнение дутья?
12. Какие факторы влияют на степень десульфурации чугуна?
13. Чем определяется качество агломерата?
14. Какой основной технологический фактор процесса агломерации?
15. На какие технологические параметры доменной плавки влияет природный газ в дутье?
16. Какими методами можно снизить содержание фосфора в чугуне?
17. С какой целью применяется двухстадийное измельчение?
18. В чем особенности выплавки хромоникелевых и ванадиевых чугунов?
19. Какие основные недостатки доменного процесса?

20. В чем преимущества внедоменных способов получения чугуна?
21. На какие параметры доменной плавки влияет увеличение температуры дутья?
22. В чем отличие передельных и литейных чугунов?
23. В чем отличие литейных и зеркальных чугунов?
24. Как увеличение содержания кремния в чугуне влияет на ход доменной плавки?
25. Укажите попутные продукты коксования
26. Выберите технологию обогащения железных руд.
27. В чем преимущество мельниц самоизмельчения?
28. На какие параметры влияет высота жидко-пластичной зоны в доменной печи?
29. Чем отличается выплавка литейного чугуна от доменного ферромарганца?
30. От каких параметров зависят размеры зон горения?
31. Как влияет окисления составных частей чугуна в зонах горения?
32. Каким параметром оценивают эффективность теплообмена в доменной печи?
33. Какими технологическими параметрами можно увеличить интенсивность хода доменной плавки?
34. В чем заключаются преимущества ПЖВ перед доменной плавкой?
35. От каких технологических факторов зависит активный вес шихты?
36. От каких технологических факторов зависят потери газового напора?
37. С какой целью производят усреднение железорудного сырья?
38. Какой агломерат называется самоплавким?
39. От чего зависит производительность агломашии?
40. Как влияет увеличение топлива на свойства агломерата?
41. Какие существуют методы интенсификации аглопроцесса?
42. Что является недостатком брикетирования?
43. Как должен распределяться газовый поток для обеспечения ровного схода шихты?
44. Что такое порядок загрузки доменной печи?
45. Как влияет вдувание природного газа на ход доменной плавки?
46. Что необходимо обеспечить для выплавки высококремнистого чугуна?
47. Что является источником СО в горновом газе?
48. Почему при увлажнении дутья необходимо увеличивать его температуру?
49. В чем преимущества комбинированного дутья?
50. К чему приводит повышение давления газа в доменной печи?
51. Чем определяется качество кокса?
52. Какие технологические параметры доменной печи определяют наколошнике?
53. С какой целью производят грануляцию аглошихты?

**5.2. Перечень письменных работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы или проекты, отчёты о практике или НИР и др.**

Курсовая работа на тему: "Расчет состава шихты, материального и теплового балансов доменного процесса" по вариантам (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-1-31, У1, В1). Варианты заданий приведены в методических указаниях по выполнению курсовой работы.

Задание на выполнение курсовой работы выдается на 2 неделе семестра, срок сдачи на проверку - 14 неделя. Консультации по вопросам, связанным с выполнением курсовой работы проводятся по согласованию с преподавателем, ведущим дисциплину, в соответствии с расписанием.

Оформленная в соответствии со стандартами курсовая работа сдается на кафедру металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа допускается к защите. Работа, не допущенная к защите, возвращается студенту на доработку.

Защита курсовой работы может проводиться в устной форме по контрольным вопросам и заданиям, или в виде компьютерного тестирования по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.

**5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена**

Промежуточная аттестация по УД осуществляется при использовании следующих обязательных форм контроля:

1) Выполнение и защита курсовой работы в устной форме по контрольным вопросам и заданиям, или в виде компьютерного тестирования по тестовым заданиям в среде LMS Canvas (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-1-31, У1, В1). Тесты для защиты курсовой работы генерируются системой LMS Canvas из банка тестовых вопросов и заданий. Тест состоит из 8 теоретических вопросов (1 балл за правильный ответ) и 2-х задач (5 балла за правильный ответ). Время прохождения теста ограничено - 20 минут.

2) Экзамен, который может проводиться в устной форме по билетам, включающим теоретические вопросы и задачи, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Canvas (УК-11.1-31, У1, В1; ПК-3.1-31, У1, В1; ПСК-1-31, У1, В1).

Ниже представлен образец экзаменационного билета, проводимого в устной форме.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра металлургических технологий и оборудования

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

Дисциплина: «Экстракция черных металлов из природного сырья»

Направление подготовки бакалавров: 22.03.02 «Металлургия»

Профиль подготовки: «Металлургия черных металлов»

Форма обучения: очная

Форма проведения экзамена: устная

1 вопрос. Движение шихтовых материалов в доменной печи. Причины опускания шихты. Движение материалов в нижней части доменной печи.

2 вопрос. Образование шлака и его роль в доменном процессе. Первичные, промежуточные и ко-нечные шлаки.

Задача. Температура чугуна снизилась с 1500 °С до 1470°С. Сколько углерода выделится в 100–тонном ковше, если принять, что чугун является насыщенным раствором углерода в железе?

Составил доцент \_\_\_\_\_ Е.В. Братковский  
зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_ А.Н. Шаповалов

Тесты для экзамена генерируются системой LMS Canvas из банка тестовых вопросов и заданий. Тест состоит из 20 теоретических вопросов (1 балл за правильный ответ) и 4-х задач (5 балла за правильный ответ). Время прохождения теста ограничено - 40 минут.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Критерии оценки защиты отчетов по лабораторным работам

«зачтено» - выполнены все задания лабораторной работы, студент ответил на все контрольные вопросы

«не зачтено» - студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Критерии оценки защиты курсовой работы в устной форме

«Отлично» - работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает глубокие знания вопросов темы; свободно оперирует расчетными данными; легко отвечает на поставленные вопросы.

«Хорошо» - работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы студент показывает знания вопросов темы; без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

«Удовлетворительно» - работа содержит расчетную базу, характеризуется наличием отдельных ошибок в расчетах. При защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.

«Неудовлетворительно» - работа не содержит расчетную базу, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях, имеет значительные ошибки в расчетах. При защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.

Критерии защиты курсовой работы в форме тестирования:

«Отлично» - получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Хорошо» - получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Удовлетворительно» - получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Неудовлетворительно» - получение менее 50 % баллов по тесту

Критерии оценки экзамена в устной форме:

«Отлично» - студент демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«Хорошо» - студент демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«Удовлетворительно» - студент демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

«Неудовлетворительно» - студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

Критерии оценки экзамена в форме компьютерного тестирования:

«Отлично» - получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Хорошо» - получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Удовлетворительно» - получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Неудовлетворительно» - получение менее 50 % баллов по тесту

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ,

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л1.1	Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф.	Металлургия железа: Учебник	М.: ИКЦ «Академкнига», 2007,	10
Л1.2	Л.И. Леонтьев, Ю.С. Юсфин, Т.Я. Мальшева и др.	Сырьевая и топливная база черной металлургии: учебное пособие для вузов	ИКЦ «Академкнига», 2007,	27
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л2.1	А.С.Тимофеева. Т.В.Никитченко	Экстракция черных металлов из природного и техногенного сырья: Практикум	Старый Оскол: ТНТ, 2016,	5
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л3.1	Е.В.Братковский, А.Н.Шаповалов, А.В.Заводяный	Расчет шихты, материального и теплового балансов : Методическое указания для выполнение КР	НФ НИТУ "МИСиС", 2020, <a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>	20
Л3.2	Е.В. Братковский А.В. Заводяный	Теория и технология окускования сырья и доменного производства: ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	, 2020, <a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>	30
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
Э1	Сайт НФ НИТУ "МИСиС"			
Э2	НЭБ НИТУ "МИСиС"			
Э3	Российская научная электронная библиотека			
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Microsoft Office;			
6.3.1.2	Операционная система Windows;			
6.3.1.3	Электронный образовательный ресурс LMS Canvas;			
6.3.1.4	Система видеоконференцсвязи Microsoft Teams или Zoom.			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

7.1	Для проведения лекций, практических занятий и промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные специализированной мебелью (парты, стулья, классная доска), персональным компьютером (с программным обеспечением, с доступом в сеть интернет и в электронно-информационную среду университета), мультимедийным оборудованием.
-----	---

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Программа дисциплины включает лекционные, практические занятия и лабораторные занятия, выполнение курсовой работы.

Подготовка к экзамену по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы.

Чтобы вам было интереснее изучать металлургические дисциплины, проследить их взаимосвязь с вашей специальностью, необходимо постоянно расширять свой кругозор, в чем большую помощь может оказать периодическая литература: журналы «Известия вузов. Черная металлургия», «Металлург» и «Сталь».

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме посредством электронной информационно-образовательной среды НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначена для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.

LMS Canvas используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

- 1) зарегистрироваться на курс, для чего следует перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками деканата или преподавателем. Логин и пароль для регистрации и работе с курсом совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСиС;
- 2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;
- 3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;
- 4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСиС»;

5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);
- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;

7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется система видеоконференцсвязи Microsoft Teams (MS Teams) или Zoom. Вариант используемой системы ВКС указывает преподаватель. Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение ВКС на персональный компьютер и/или телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams или получить идентификационный номер конференции в Zoom. Система ВКС позволяет:

- слушать лекции;
- работать на практических занятиях;
- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате.

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.