

Рабочая программа утверждена
решением Учёного совета
ВФ НИТУ «МИСИС»
от «28» мая 2026г.
протокол № 7-26

Рабочая программа дисциплины (модуля) Экстракция черных металлов

Закреплена за кафедрой
Направление подготовки
Профиль

Электromеталлургии
22.03.02 Металлургия
Металлургия черных металлов

Квалификация **бакалавр**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**
Часов по учебному плану
в том числе: экзамен 6
аудиторные занятия
самостоятельная работа
часов на контроль

144 Формы контроля в семестрах:
72
43
27

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.&b><Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
Контроль самостоятельной работы	2	2	2	2
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	74	74	74	74
Сам. работа	43	43	43	43
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

ктн, Доц., Травянов Андрей Яковлевич

Рабочая программа

Экстракция черных металлов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ЭМ-26.plx Metallургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСИС"
21.11.2025, протокол № 3-25

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электрометаллургии

Протокол от 27.05.2026 г., №9

Зав. кафедрой Еланский Д.Г. _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ						
1.1	Сформировать представления и освоить знания процессов, протекающих при подготовке и окусковании природных и техногенных железорудных материалов, доменной плавке чугуна и ферросплавов и внедоменном получении чугуна и железа. Научить оценивать качество сырья и первичного металла, анализировать связи между качеством сырья и показателем производства металла, управлять технологическими процессами и эксплуатировать оборудование для производства окускованного продукта, чугуна и железа, оценивать показатели энергозатрат и материалосбережения					
2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ						
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.01					
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:					
2.1.1	Теория и технология производства стали					
2.1.2	Термодинамика и кинетика сталеплавильных процессов					
2.1.3	Физическая химия					
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:					
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР					
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ						
ПК-1: Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха						
ПК-1.1: Проводит контроль текущих отклонений от заданных величин параметров и показателей процессов производства непрерывнолитых заготовок и (или) слитков стали						
Знать:						
ПК-1.1-31 состав и показатели качества шихтовых материалов, используемых при производстве агломерата, окатышей и передельного чугуна технико-экономические показатели применения передовых технологий и техники						
ПК-1.1-32 технико-экономические показатели применения передовых технологий и техники						
ПК-1.2: Проводит анализ причин изменений параметров и показателей процессов выплавки и разливки стали						
Знать:						
ПК-1.2-31 современные технологии выплавки и внеагрегатной обработки передельного чугуна и внедоменного получения чугуна и губчатого железа						
ПК-1.1: Проводит контроль текущих отклонений от заданных величин параметров и показателей процессов производства непрерывнолитых заготовок и (или) слитков стали						
Уметь:						
ПК-1.1-У1 определять качество железорудного природного и техногенного сырья и чугуна						
ПК-1.1-У2 выполнять расчет показателей агломерационного процесса и производства окатышей, состава доменной шихты, состава;						
ПК-1.2: Проводит анализ причин изменений параметров и показателей процессов выплавки и разливки стали						
Уметь:						
ПК-1.2-У1 определять технико-экономические показатели доменной плавки, показатели процессов внедоменного получения чугуна						
ПК-1.1: Проводит контроль текущих отклонений от заданных величин параметров и показателей процессов производства непрерывнолитых заготовок и (или) слитков стали						
Владеть:						
ПК-1.1-В1 методами проведения контроля в металлургическом производстве						
ПК-1.2: Проводит анализ причин изменений параметров и показателей процессов выплавки и разливки стали						
Владеть:						
ПК-1.2-В1 навыками аглодоменного анализа процессов производства						
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание

	Раздел 1. Введение. Сырые материалы для производства черных металлов					
1.1	Предмет и задачи курса. Роль черной металлургии в народном хозяйстве. Теоретические основы экстракции /извлечения/ черных металлов. Основные виды природного и техногенного сырья; его предварительная подготовка. Железные руды. Марганцевые руды. Флюсы. Топли-во. Техногенные сырые материалы /Лек/	6	8	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э4	
1.2	Разработка схемы подготовки железных руд к доменной плавке; оценка параметров процессов дробления и обогащения /Пр/	6	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.3	Тепловые эквиваленты компонентов шихты /Пр/	6	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.4	Проработка лекционного материала самостоятельное изучение литературы /Ср/	6	10	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
	Раздел 2. Подготовка железорудного сырья					
2.1	Современная схема подготовки сырья к доменной плавке. Агломерация железных руд. Теория и технология процесса агломерации. Производство железорудных окаты-шей. Схема процесса окомкования и применяемое оборудо-вание. Теория и технология процессов окомкования и упрочнения железорудных окатышей /Лек/	6	8	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э4	
2.2	Расчет состава аглошихты. Оценка состава готового агломерата /Пр/	6	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.3	Расчет става шихты для производства окатышей /Пр/	6	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.4	Проработка лекционного материала самостоятельное изучение литературы /Ср/	6	9	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
	Раздел 3. Производство чугуна					
3.1	Доменное производство как вид экстракции черных металлов. Сущность доменного процесса. Общее устройство доменной печи. Загрузочный аппарат и порядок загрузки шихты в доменную печь. Процессы в шахте доменной печи: нагрев шихты; науглероживание железа; образование чугуна и шлака. Поведение серы в доменной печи. Процессы в горне. Теплообмен в доменной печи. Продукты доменной плавки. Организация работы доменного цеха. Основные по-казатели доменной плавки. /Лек/	6	10	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э4	
3.2	Расчет взаимодействия чугуна и шлака в доменных печах /Пр/	6	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.3	Расчет основных технико-экономических показателей работы доменной печи /Пр/	6	4	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.4	Проработка лекционного материала самостоятельное изучение литературы /Ср/	6	12	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
	Раздел 4. Внедоменные методы получения первичного металла					

4.1	Роль и назначение процессов прямого получения железа. Способы получения губчатого железа в шахтных печах и ретортах. Металлизация рудо-топливных окатышей, борьба с пиррофорностью. Получение жидкого металла из желе-зосодержащих отходов металлургического производства (процесс «Ромелт»). Техничко-экономические показатели процессов прямого получения железа /Лек/	6	10	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1Л2.1 Э1 Э4	
4.2	Анализ технологий, применяемых при внедоменном производстве первичного железа /Пр/	6	6	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
4.3	Расчет материального баланса доменной плавки /Пр/	6	6	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
4.4	Проработка лекционного материала самостоятельное изучение литературы /Ср/	6	12	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы к экзамену

1. Схема процессов подготовки железорудного сырья к плавке
2. Природное сырье для черной металлургии
3. Минералы черных металлов
4. Отходы производства
5. Цели и методы подготовки сырья к металлургическому переделу
6. Способы обогащения руд
7. Топливо и восстановитель для извлечения черных металлов.
8. Производство кокса.
9. Способы окускования железорудных материалов
10. Производство брикетов
11. Технология агломерации железных руд
12. Горение топлива и окислительно-восстановительные процессы при агломерации железных руд
13. Твердофазные химические реакции
14. Плавление шихты и кристаллизация расплава при агломерации
15. Поведение попутных элементов при агломерации руд
16. Металлургические свойства агломерата
17. Ресурсосбережение при агломерации руд
18. Устройство агломерационных цехов
19. Технология производства железорудных окатышей
20. Высокотемпературное упрочнение окатышей
21. Схема производства окатышей
22. Металлургические свойства окатышей
23. Поведение попутных элементов при производстве окатышей
24. Ресурсосбережение при производстве окатышей
25. Технология производства железорудных окатышей
26. Устройство цехов для производства окатышей
27. Сравнение металлургических свойств агломерата и окатышей
28. Технологическая схема производства металлургических брикетов
29. Технология производства металлургических брикетов
30. Технологическое назначение металлургических брикетов
31. Термодинамика восстановления оксидов железа
32. Восстановление марганца, кремния, фосфора
33. Восстановление хрома, ванадия, титана
34. Поведение в доменной печи цинка, щелочей, свинца
35. Формирование и качество чугуна
36. Шлакообразование в доменной печи. Свойства шлака
37. Влияние шлакового режима на показатели доменной плавки
38. Горение топлива в горне доменной печи
39. Движение газа в слое кусковых материалов доменного процесса
40. Техничко-экономические показатели доменной плавки
41. Нагрев дутья. Обогащение дутья кислородом. Увлажнение дутья
42. Вдувание в горн природного газа, пылеугольного топлива
43. Конструкция доменного цеха. Профиль доменной печи
44. Очистка доменного газа
45. Засыпной аппарат доменной печи

46. Уборка продуктов плавки
47. Классификация процессов металлургии железа
48. Получение губчатого железа в шахтных печах. Процесс Midrex
49. Железорудное сырье для процессов металлургии железа
50. Получение жидкого металла по схеме «восстановление – плавление». Процесс Corex
51. Получение жидкого металла по схеме «плавление – восстановление» Процесс Romelt
52. Перспективы внедоменного получения металла.

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

- Практическая работа №1 Разработка схемы подготовки железных руд к доменной плавке; оценка параметров процессов дробления и обогащения
- Практическая работа №2 Тепловые эквиваленты компонентов шихты
- Практическая работа №3 Расчет состава аглошихты. Оценка состава готового агломерата
- Практическая работа №4 Расчет става шихты для производства окатышей
- Практическая работа №5 Расчет взаимодействия чугуна и шлака в доменных печах
- Практическая работа №6 Расчет основных технико-экономических показателей работы доменной печи
- Практическая работа №7 Анализ технологий, применяемых при внедоменном производстве первичного железа
- Практическая работа №8 Расчет материального баланса доменной плавки

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Дисциплина Экстракция черных металлов
 Направление подготовки 22.03.02 Металлургия
 Профиль подготовки Металлургия черных металлов

Экзаменационный билет № 1

1. Схема процессов подготовки железорудного сырья к плавке
2. Металлургические свойства агломерата
3. Термодинамика восстановления оксидов железа
4. Перспективы внедоменного получения металла

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

Оценку "отлично" получает студент правильно ответивший на все вопросы билет
 Оценку "хорошо" получает, если студент ответил на 2 вопроса экзаменационного билета не полностью
 Оценку "удовлетворительно" получает студент, показавший посредственные знания в освоении дисциплины

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Тимофеева А.С., Нкитченко Т.В., Тимофеев Е.С. Тимофеева А.С., Нкитченко Т.В., Тимофеев Е.С.	Экстракция черных металлов из природного и техногенного сырья: учебное пособие	Электронный каталог	Старый Оскол ТНТ, 2012

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Юсфин Ю.С.	Внедоменное получение железа: Учебное пособие	Методические пособия	Москва, 1988

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Вегман Е.Ф. №1244 Подготовка руд к плавке и металлургия чугуна: учеб. пособие	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=6920
Э2	Юсфин В.С. №1086 Подготовка руд к плавке и металлургия чугуна: лаб. практикум	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=6620
Э3	Юсфин Ю.С, Пашков Н.Ф., Черноусов П.И., Истеев А.И., Тихомиров В.Б., Травянов А.Я. Металлургия чугуна и железа. Задачник. Учебное пособие №1441. МИСиС, 1997 г. -100 с.	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=6824

Э4	Похвиснев А.Н., Юсфин Ю.С, Истеев А.И., Щепилов Ф.И. Подготовка руд к плавке и производство чугуна. Учебное пособие №892. МИСиС, 1981 г. - 128 с.	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4891
----	---	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Office
П.2	LMS Moodl
П.3	Microsoft PowerPoint
П.4	Microsoft Excel
П.5	Microsoft Word

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
4	Экстракция черных металлов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Экстракция черных металлов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Экстракция черных металлов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
6	Экстракция черных металлов	Компьютеры, доступ к интернету

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий, курсового проекта, тестов, задач и вопросов для внутрисеместрового контроля знаний. Это обеспечивается методическими разработками, созданными в электронном формате, существенно повышающими эффективность самостоятельной работы студентов.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

На практических занятиях и при выполнении домашних занятий осваиваются как классические методы решения задач, так и с использованием пакетов прикладных программ. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций и практических занятий с широким привлечением мультимедийной техники, и современных пакетов прикладных программ, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам (математика, информатика, теоретическая механика, сопротивление материалов, и др.).

В конце каждого практического занятия рекомендуется проводить 10-15 минутный тестовый контроль для оценки уровня усвоения материала каждым студентом.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.