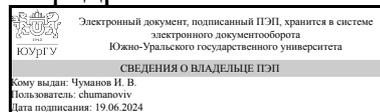


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



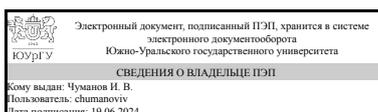
И. В. Чуманов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.08 Подготовка сырьевых материалов для черной металлургии  
для направления 22.03.02 Металлургия  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Электрометаллургия стали  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Техника и технологии производства материалов

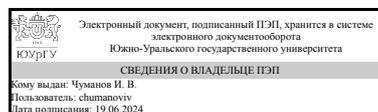
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



И. В. Чуманов

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



И. В. Чуманов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины заключается в формировании научно-исследовательского мировоззрения у студентов, а также в подготовке грамотного специалиста, умеющего самостоятельно думать, знающего современные тенденции развития металлических материалов, умеющего работать на современном оборудовании, иметь представление о современном уровне развития добычи и подготовки руд к плавке в России и зарубежом, иметь представление о современном уровне развития доменного производства, а также процессов прямого восстановления в России и зарубежом, умеющего определять качество железорудного природного и техногенного сырья и чугуна; выполнять расчеты показателей агломерационного процесса и производства окатышей, состава доменной шихты, состава колошникового газа, материального и теплового баланса доменной плавки, определять технико-экономические показатели доменной плавки, показатели процессов внедоменного получения чугуна, ферросплавов и железа, оценивать ресурсо-экологические характеристики процессов получения окускованного продукта, чугуна, ферросплавов и железа. Знающего конъюнктуру цен и спроса на металлические материалы (чугуны, стали и сплавы).

## Краткое содержание дисциплины

Излагаются теоретические основы формирования окускованных продуктов: химические реакции в твердой среде, спекание, горение топлива, окислительно-восстановительные процессы; пирофорность металлизированного сырья; теория слоевых процессов: массообмен, тепло- и массоперенос, газодинамика. Технология и оборудование окускования дисперсных материалов. Технология и оборудование доменного производства; чугун и его качество; шлаки и получение попутной продукции; поведение примесных элементов. Энергозатраты и материалосбережение, формирование выбросов и токсикантов, качество продукции. Внедоменные методы получения первичного металла: технологии и конструкции; обеспечение сырьем и энергией; материалосбережение; влияние на окружающую среду

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий по подготовке шихтовых, добавочных, заправочных материалов к плавке	Знает: Природу химических реакций, используемых в металлургических производствах; основные закономерности процессов генерации и переноса теплоты, движения жидкости и газов применительно к технологическим агрегатам чёрной металлургии; основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию обработки чёрных металлов; принципы основных технологических процессов производства и обработки чёрных металлов,

	<p>устройства и оборудование для их осуществления</p> <p>Умеет: Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки чёрных металлов; выбирать рациональные способы производства и обработки черных металлов, рассчитывать материальные балансы технологических процессов их производства; прогнозировать на основе информационного поиска конкурентоспособность материала и технологии; принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии в металлургии</p> <p>Имеет практический опыт: Владения методами анализа технологических процессов и их влияния на качество получаемых изделий; навыками расчета проектирования печей различного технологического назначения</p>
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Электротермия в металлургии	Теория и технология получения ферросплавов и лигатур, Современные способы получения углеродистых полупродуктов, Физико-химия и практика процессов электрометаллургии ферросплавов, Новые методы получения металлов, Производственная практика (преддипломная) (10 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Электротермия в металлургии	<p>Знает: Технологические схемы производства стали и сплавов; перспективы, востребованность, конкурентоспособность (социальную значимость) электросталеплавильного производства; технологические режимы работы электросталеплавильных агрегатов; методы расчета материальных и тепловых балансов производства стали в электропечах</p> <p>Умеет: Выбирать наиболее подходящую технологическую схему, материалы, конструкцию металлургического агрегата для</p>

	<p>получения заданного продукта; поведение физико-химических процессов, рассчитывать и анализировать происходящих в технологических процессах производства электростали; рассчитывать технологические показатели электросталеплавильного процесса Имеет практический опыт: Владения знанием конструктивных особенностей плавильного оборудования, закономерностей его работы; методами анализа технологических процессов и их влияния на качество получаемых изделий</p>
--	--

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 20,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5	
Классификация железных руд. Классификация техногенных отходов	25	25	
Повторение знаний полученных в ходе изучения предшествующих дисциплин. Роль основных металлургических производств в современном мире. Сырье и энергоносители для металлургии железа.	10	10	
Доменная печь. Сталеплавильные агрегаты.	7,5	7,5	
Окусование и агломерация	25	25	
Восстановление и извлечение химических элементов в процессе переработки.	20	20	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Вводная лекция	1	1	0	0
2	Технология подготовки сырьевых материалов для черной металлургии	6	4	2	0
3	Использование шихты в сталеплавильном процессе	5	3	2	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предмет, литература, пособия. Исторический обзор развития процессов подготовки сырьевых материалов в металлургии. Ресурсная база черной металлургии (основные отечественные и зарубежные месторождения железных руд). Понятие железной руды, чугуна, флюсов, виды минералов. Основные направления экстракции черных металлов. Экономическая эффективность подготовки сырья к плавке.	1
2	2	Теоретические основы извлечения черных металлов из природного и техногенного сырья. Подготовка железорудного сырья. Дробление, измельчение, грохочение материалов, обогащение железорудного сырья (виды дробления, показатели дробления, основные технологические агрегаты, разделение материалов по крупности, усреднение материалов, обогащение железной руды, показатели обогащения, методы обогащения, технологические агрегаты). Требования к окискованному продукту. Химические реакции в твердой фазе. Основы спекания дисперсных материалов. Твердофазное и жидкофазное спекание. Горение топлива. Расплавление шихты и кристаллизация расплава.	2
3	2	Технология и оборудование процессов агломерации железорудного сырья. Схема процесса агломерации. Химический состав и физические свойства шихты и ее подготовка. Процесс получения агломерата с тепловой точки зрения. Формирование агломерата и его металлургические свойства. Управление качеством агломерата. Конструкция и оборудование агломерационных цехов.	1
4	2	Технология и оборудование процессов производства железорудных окатышей. Схема процесса производства окатышей. Формирование сырых гранул. Высокотемпературное упрочнение. Поведение примесных элементов. Технологические режимы производства окатышей. Формирование окатышей и управление их качеством. Конструкции и оборудование предприятий по производству окатышей.	1
5	3	Технология доменной плавки: процессы нагрева и восстановления шихтовых материалов Ресурсо-экологические характеристики процессов производства сырья. Экобалансы различных схем подготовки сырья. Структура, энергозатраты и основные направления энергосбережения. Материалосбережение и рециклинг материалов. Формирование выбросов и утилизация производственных отходов. Нагрев и разложение компонентов шихты. Эффективность проплавки окискованных материалов. Термодинамика восстановления железа из оксидов и сложных соединений монооксидом углерода и водородом. Восстановление оксидов железа твердым углеродом. Реакция газификации углерода. Прямое и не прямое восстановление в доменной печи. Восстановление кремния и получение литейных чугунов и ферросилиция. Восстановление марганца и получение марганцовистых чугунов и ферромарганца в доменной печи. Восстановление хрома и получение хромистых чугунов в доменной печи. Восстановление ванадия и извлечение ванадия из природного и техногенного сырья. Восстановление фосфора, титана, бора, редких и рассеянных элементов в доменной печи. Поведение цинка, щелочей и галогенов в доменной печи. Показатели развития процессов восстановления в доменной печи. Влияние развития процессов восстановления на энергозатраты в доменной печи. Механизм и кинетика процессов восстановления. Влияние технологических факторов на скорость процессов	1
6	3	Формирование чугуна и шлака. Науглероживание железа и формирование	0

		чугуна. Качество чугуна. Формирование шлака. Первичные, промежуточные и конечные шлаки. Свойства шлаков. Влияние шлакового режима на показатели доменной плавки и качество чугуна. Утилизация шлаков. Поведение серы в доменной печи. Термодинамика и кинетика десульфурации чугуна. Управление поведением серы в доменной печи. Внедоменная обработка чугуна. Удаление серы, фосфора, кремния и др. элементов при внедоменной обработке чугуна.	
7	3	Горение топлива, теплообмен в слое и движение материалов в доменной печи. 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 "водянных эквивалентов" и методы расчета температурных профилей печи. Общие и зональные тепловые балансы и методы их расчета. Движение материалов и газов в шахтных печах. Закономерности движения газов в слое кусковых материалов. Распределение шихты в печи и управление движением газового потока. Повышенное давление газов в рабочем пространстве. Движение расплавов.	1
8	3	Ресурсосбережение в доменной плавке. Энергоемкость и материалоемкость доменного производства. Анализ экобалансов доменной плавки. Основные направления энергосбережения. Нагрев дутья. Кислород в доменной плавке. Увлажнение дутья. Вдувание углеродсодержащих добавок в горн печи. Вдувание пылеугольного топлива в горн. Подача угля и некондиционного кокса через колошник. Оптимизация использования ресурсов в доменной печи. Плавка "на шлак". Дутье с повышенным содержанием азота. Плавка на "газ". Получение чугунов повышенного качества.	0
9	3	Формирование выбросов и санитарно-экологическая функция доменной печи. Формирование выбросов в доменной печи. Эффективность переработки техногенных и бытовых отходов, в том числе и токсичных, в доменной печи.	0
10	3	Конструкция и оборудование доменных цехов Устройство доменных печей. Литейный двор. Рудный двор. Подача дутья и конструкции водонагревателей. Очистка доменного газа. Транспорт чугуна и шлака. Разливочные машины. Организация доменной плавки. Математическое описание доменного процесса и компьютерное управление процессом.	0
11	3	Методы интенсификации доменного процесса. Перспективы дальнейшего развития. Обогащение дутья кислородом. Использование углеводородов. Увлажнение дутья. Комбинированное дутьё. Повышение давления газа под колошником. Перспективы дальнейшего развития доменного процесса. Схема процесса Коррекс. Процессы прямого восстановления оксидов железа. История вопроса. Теоретические основы процессов прямого восстановления. Основные разновидности процессов прямого восстановления. Схема мидрекс-процесса.	0
12	3	Технология и оборудование предприятий металлургии железа Роль процессов металлургии железа в современной промышленности. Классификация сырья и энергоносители для металлургии железа. Классификация процессов. Пирофорность свежевосстановленного железа и методы ее подавления. Свариваемость. Получение железа в агрегатах кипящего слоя. Перспективы производства крицы. Получение чугуна методами жидкофазного восстановления. Комбинированные процессы. Экобалансы процессов металлургии железа. Анализ энергетических и материальных затрат. Выбросы в окружающую среду.	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во
-----------	-----------	---	--------

			часов
1	1	Вводная лекция Установление уровня подготовки студентов к усвоению дисциплины «Подготовка сырьевых материалов для черной металлургии».	0
2	2	Дробление и измельчение материалов. Показатели дробления. Расчёт показателей дробления на различных технологических агрегатах с целью определения эффективности процесса	0,5
3	2	Обогащение руд. Расчёт показателей обогащения. Определение наибольшей эффективности процесса обогащения	0,5
4	2	Окускование руд. Процессы получения агломерата и окатышей, их металлургические свойства. Техничко-экономические показатели использования для выплавки чугуна.	1
5	3	Особенности доменного процесса. Устройство доменной печи. Движение шихтовых материалов и газов. Определение оптимальной рудной нагрузки и её регулирование и др.	1
6	3	Процессы восстановления железа из железорудного сырья в доменной печи. Анализ реакций прямого и косвенного восстановления оксидов железа с целью определения степени прямого восстановления	1

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Классификация железных руд. Классификация техногенных отходов	Кудрин, В. А. Металлургия стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" / В. А. Кудрин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1989. - 560 с. : ил.	8	25
Повторение знаний полученных в ходе изучения предшествующих дисциплинах. Роль основных металлургических производств в современном мире. Сырье и энергоносители для металлургии железа.	Кудрин, В. А. Металлургия стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" / В. А. Кудрин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1989. - 560 с. : ил.	8	10
Доменная печь. Сталеплавильные агрегаты.	Кудрин, В. А. Металлургия стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" / В. А. Кудрин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1989. - 560 с. : ил.	8	7,5
Окускование и агломерация	Кудрин, В. А. Металлургия стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" / В. А. Кудрин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1989. - 560 с. : ил.	8	25
Восстановление и извлечение химических элементов в процессе переработки.	Кудрин, В. А. Металлургия стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" / В. А. Кудрин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. :	8	20

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Промежуточная аттестация	Семестровая контрольная работа	-	100	Работа считается зачтенной при получении 60 и более баллов. 60-79 баллов - удовлетворительно 80-89 баллов - хорошо 90 и более баллов - отлично	экзамен
2	8	Промежуточная аттестация	Практическая работа 1	-	100	Устный опрос. Зачтено 70% и более правильно отвеченных вопросов Не зачтено менее 70% правильно отвеченных вопросов	экзамен
3	8	Промежуточная аттестация	Практическая работа 2	-	100	Устный опрос. Зачтено 70% и более правильно отвеченных вопросов Не зачтено менее 70% правильно отвеченных вопросов	экзамен
4	8	Промежуточная аттестация	Практическая работа 3	-	100	Устный опрос. Зачтено 70% и более правильно отвеченных вопросов Не зачтено менее 70% правильно отвеченных вопросов	экзамен
5	8	Промежуточная аттестация	Практическая работа 4	-	100	Устный опрос. Зачтено 70% и более правильно отвеченных вопросов Не зачтено менее 70% правильно отвеченных вопросов	экзамен
6	8	Промежуточная аттестация	Практическая работа 5	-	100	Устный опрос. Зачтено 70% и более правильно отвеченных вопросов Не зачтено менее 70% правильно отвеченных вопросов	экзамен

### 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ
-------------	---------------------	------

		1	2	3	4	5	6
ПК-2	Знает: Природу химических реакций, используемых в металлургических производствах; основные закономерности процессов генерации и переноса теплоты, движения жидкости и газов применительно к технологическим агрегатам чёрной металлургии; основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию обработки чёрных металлов; принципы основных технологических процессов производства и обработки чёрных металлов, устройства и оборудование для их осуществления	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: Рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы, процессы массопереноса, происходящие в технологических процессах переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки чёрных металлов; выбирать рациональные способы производства и обработки чёрных металлов, рассчитывать материальные балансы технологических процессов их производства; прогнозировать на основе информационного поиска конкурентоспособность материала и технологии; принимать технологические решения, позволяющие использовать безотходные и ресурсосберегающие технологии в металлургии	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: Владения методами анализа технологических процессов и их влияния на качество получаемых изделий; навыками расчета проектирования печей различного технологического назначения	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Кудрин, В. А. Металлургия стали [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" / В. А. Кудрин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1989. - 560 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Еднерал, Ф. П. Электрометаллургия стали и ферросплавов [Текст] : учеб. пособие для вузов по металлург. специальностям / Ф. П. Еднерал ; под науч. ред. Б. В. Линчевского, О. С. Бобковой. - М. : Металлургия, 1977. - 487 с.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Новости черной металлургии за рубежом : ежекв. журн. / Центр. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. черной металлургии.

2. Проблемы специальной электрометаллургии: междунар. науч.-теорет. и произв. журн. / Нац. акад. наук Украины, Ин-т электросварки им. Е. О. Патона. - Киев, 1986-2003.

3. Современная электрометаллургия: междунар. науч.-теорет. и произв. журн. / Нац. акад. наук Украины, Ин-т электросварки им. Е. О. Патона, Междунар. ассоц. "Сварка". - Киев, 2003-

4. Сталь : ежемес. междунар. науч.-техн. и произв. журн. / Междунар. союз металлургов, Ком. Рос. Федерации по металлургии. - М., Металлургия, 1946-

5. Черные металлы : журн. по актуальным проблемам металлургии, машиностроения и приборостроения зарубежных стран : пер. с нем., Изд-во "Металлургия", ред. журн. - М., Металлургия, 2003-2008.
6. Электрометаллургия : науч.-техн. журн. / Департамент экономики металлург. комплекса М-ва экономики Рос. Федерации. - М., 1999-
7. Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия : двухмес. журн. / Гос. технолог. ун-т "Моск. гос. ин-т стали и сплавов" (МИСиС). - М., МИСиС, 1993-
8. Бюллетень научно-технической и экономической информации. Черная металлургия/ ОАО «Черметинформация» . - М., 2006-
9. Металлург: науч.-техн. и произв. журн. / Центр. Совет Горно-метал. профсоюза России, Профцентр "Союзметалл", Ассоц. промышленников горно-метал. компл. России (АМРОС), Ассоц. доменщиков (АССОД). - М., Металлургия, 1993-
10. Новости черной металлургии за рубежом : ежекв. журн. / Центр. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. черной металлургии. - М., 2005-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. З. Михайлов, В. Б. Мартеновское производство: учеб. пособие/ В. Б. Михайлов, И. В. Чуманов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия; ЮУр-ГУ.-Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006.-72 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

### Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	306 (2)	ПК с программным обеспечением (ОС WINDOWS, MS Office), позволяющими проводить лабораторные работы с использованием мультимедийных методических указаний и специальных программ.