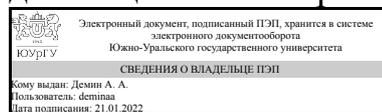


УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт открытого и  
дистанционного образования



А. А. Демин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.11.02 Бескоксовая металлургия железа  
для направления 22.03.02 Металлургия  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Металлургические технологии  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Техника, технологии и строительство

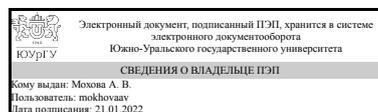
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



К. М. Виноградов

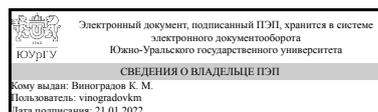
Разработчик программы,  
к.хим.н., доцент



А. В. Мохова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
к.техн.н., доц.



К. М. Виноградов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Бескоксая металлургия железа» является рассмотрение способов прямого получения железа, современное состояние и перспективы развития, изучение устройства и принципов работы агрегатов прямого получения железа, и приобретение опыта выполнения технологических расчетов для определения рациональных режимов процессов металлизации рудных материалов.

### Краткое содержание дисциплины

Развитие и современный уровень методов бескоксой металлургии в мире и в нашей стране. Получение частично металлизированных железорудных материалов для доменной плавки, для их переплавки в сталеплавильных агрегатах. Восстановление оксидов железа с целью получения железного порошка для порошковой металлургии. Основные направления в технологии производства металлизированных окатышей. Требования к металлизированным материалам, предназначенным для сталеплавильного производства и к агрегатам, в которых они производятся. Классификация способов металлизации железорудных материалов и прямого получения железа: по виду и назначению получаемого продукта; по типу применяемых агрегатов для осуществления процесса; по виду применяемых топлива и восстановителя; по виду применяемых железорудных материалов; по физико-химическим основам технологических процессов; по масштабам производства; методы получения жидкого металла из руд. Получение губчатого железа в шахтных печах. Процесс Мидрекс. Процесс ХиЛ-III. Процесс Purofer. Получение губчатого железа в ретортах периодического действия. Получение губчатого железа во вращающихся трубчатых печах. Получение кричного металла. Получение жидкого металла. Одностадийные и двухстадийные способы, осуществляемые по схеме «восстановление - плавление». Процесс Corex. Процесс Dios. Одностадийные способы, осуществляемые по схеме «плавление - восстановление». Процесс Ромелт. Процесс TECNORED. Джет-процесс.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен использовать физико-математический аппарат, основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знает: физико-химические основы процессов бескоксой металлургии; закономерности движения шихты и газов в печах; процессы теплообмена в печах; принципы составления материальных, общих и тепловых балансов; методы интенсификации процесса Умеет: моделировать и оптимизировать процесс; производить термодинамический и кинетический расчеты; организовывать и осуществлять газодинамические и физико-химические эксперименты; использовать современную вычислительную технику Имеет практический опыт: поиска и использования научно-технической информации
ПК-2 Способен определять технологические	Знает: процессы шлакообразования,

меры для выполнения производственных заданий выплавки полупродукта в кислородном конвертере	восстановления и окисления влияющие на состав чугуна Умеет: рассчитывать оптимальный состав шихты и получать чугун с заданными физико-химическими свойствами; пользоваться современными методами контроля качества Имеет практический опыт: анализа существующих бескоксовых технологий получения чугуна
ПК-4 Способен определять технологические меры для выполнения производственных заданий выплавки полупродукта в дуговой сталеплавильной печи	Знает: процессы шлакообразования, восстановления и окисления влияющие на состав железосодержащих материалов Умеет: рассчитывать оптимальный состав шихты и получать железо прямого восстановления с заданными физико-химическими свойствами; разрабатывать и осваивать новые методы интенсификации процесса Имеет практический опыт: анализа существующих бескоксовых технологий получения железа прямого восстановления

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Основы плавания и затвердевания металлов, Электротермия в металлургии, Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (6 семестр), Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	Металлургия ферросплавов, Металлургия и электрометаллургия стали, Производственная практика, преддипломная практика (10 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Основы плавания и затвердевания металлов	Знает: термодинамические и физико-химические процессы, протекающие при плавлении и кристаллизации расплавов, влияние условий на процесс кристаллизации Умеет: применять физико-математический аппарат для решения задач, возникающих при плавлении и кристаллизации расплавов, связывать технологические параметры и процессы протекающие при кристаллизации Имеет практический опыт: моделирования процессов переноса тепла и массы при плавлении и отвердевании металлов, оценки влияния условий кристаллизации на причины появления дефектов
Электротермия в металлургии	Знает: роль электротермических процессов при внепечной обработке, роль электротермических процессов В ДСП, основные технологические

	<p>процессы производства металлов методами электротермии Умеет: использовать фундаментальные общеинженерные знания, понимать и влиять на электротермические характеристики ДСП, использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности Имеет практический опыт: управления технологическими процессами на АКП, управления технологическими процессами на ДСП, расчета электротермических процессов</p>
Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	<p>Знает: основные принципы работы металлургических предприятий, социальную значимость своей будущей профессии, способы самоорганизации и методы самообразования, основное оборудование для разлива стали Умеет: проводить сбор информации по технологическим процессам, осознавать социальную значимость своей будущей профессии, самоорганизовываться и самообразовываться, проводить визуальный анализ качества металлургической продукции Имеет практический опыт: сбора и анализа информации по технологическим процессам, знакомства с металлургическими предприятиями, предварительной оценки качества металлургических заготовок</p>
Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (6 семестр)	<p>Знает: современные возможности проблемы применения ИИ в металлургических процессах, реальный технологический процесс и его связь с теоретическими знаниями, технологический процесс металлургического предприятия Умеет: оценивать ИИ как инструмент для улучшения технологического процесса, планировать и интерпретировать результаты влияния на реальный технологический процесс, работать в коллективе металлургического предприятия Имеет практический опыт: использования современных программ в металлургических процессах, применения теоретических знаний на практике, работы в цехе металлургического предприятия</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 26,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144

<i>Аудиторные занятия:</i>	16	16
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	117,5	117,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
подготовка к практическим занятиям и выполнению контрольных работ	45	45
Выполнение заданий ЭУК в "Электронном ЮУрГУ"	37,5	37,5
подготовка к экзамену	35	35
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
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	Общие вопросы бескоксовой металлургии	3	2	1	0
2	Технологические схемы и аппараты металлизации и прямого получения железа	5	2	3	0
3	Твердофазные методы прямого получения железа	4	2	2	0
4	Одностадийные и двухстадийные жидкофазные способы бескоксовой металлургии	4	2	2	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Развитие и современный уровень методов бескоксовой металлургии в мире и в нашей стране. Получение частично металлизированных железорудных материалов для доменной плавки, для их переплавки в сталеплавильных агрегатах. Основные направления в технологии производства металлизированных окатышей. Требования к металлизированным материалам, предназначенным для сталеплавильного производства и к агрегатам, в которых они производятся.	1
2	1	Классификация способов металлизации железорудных материалов и прямого получения железа: по виду и назначению получаемого продукта; по типу применяемых агрегатов для осуществления процесса; по виду применяемых топлива и восстановителя; по виду применяемых железорудных материалов; по физико-химическим основам технологических процессов; по масштабам производства; методы получения жидкого металла из руд.	1
3	2	Установки металлизации железорудных материалов и внедоменного получения железа: металлизация агломерата и окатышей на конвейерных машинах в процессе их производства; металлизация в трубчатых вращающихся печах и комбинированных установках; металлизация в шахтных печах и ретортах.	1
4	2	Методы и аппараты для получения газообразного и других видов топлива и восстановителей.	1

5	3	Твердофазные методы прямого получения железа. Способы: «Мидрекс», «Хил 1», «Хил 3»;	1
6	3	Металлизация в трубчатых вращающихся печах и комбинированных установках. Способ "SL - RN"	1
7	4	Классификация внедоменных методов получения жидкого металла. Одностадийные и двухстадийные способы, осуществляемые по схеме «восстановление - плавление». Процесс Corex. Процесс Dios.	1
8	4	Одностадийные способы, осуществляемые по схеме «плавление - восстановление». Процесс Ромелт. Плазменные процессы получения жидкого металла.	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Сравнительная характеристика методов бескоксовой металлургии	1
2	2	Расчет процесса металлизации окатышей в шахтных печах	1
3	2	Расчет профиля шахтной печи	1
4	2	Получение горячих восстановительных газов методом конверсии природного газа	1
5	3	Материальный и тепловой балансы процесса металлизации железорудных материалов в шахтной печи	1
6	3	Расчет процесса металлизации во вращающейся печи	1
7	4	Сравнительная характеристика жидкофазной металлизации	1
8	4	Методы расчета шахтных плазменных печей	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
подготовка к практическим занятиям и выполнению контрольных работ	Занятие 1: ПУМЛ, Осн. №2: с.171 - 174; Занятие 2: ПУМЛ, Осн. №2: с.282-292; Занятие 3: ПУМЛ, Осн. №2: с. 292 - 302; ПУМЛ, Осн. №2: С. 302 - 305; Занятие 4: ПУМЛ, Осн. №2: С. 314-328; Занятие 5: ПУМЛ, Осн. №2: С. 349-356;	8	45
Выполнение заданий ЭУК в "Электронном ЮУрГУ"	<a href="https://edu.susu.ru">https://edu.susu.ru</a>	8	37,5
подготовка к экзамену	Лекции, ЭУМД	8	35

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Практическая работа №1	0,1	10	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 10 баллов - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат – 8 баллов - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания – 6 баллов - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный – 4 балла - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 2 балла - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графическую работу) – 0,1.	экзамен
2	8	Текущий контроль	Практическая работа №2	0,1	10	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 10 баллов - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат – 8 баллов - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания – 6 баллов - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный – 4 балла - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 2 балла - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графическую работу) – 0,1.	экзамен

3	8	Текущий контроль	Практическая работа №3	0,1	10	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 10 баллов - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат – 8 баллов - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания – 6 баллов - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный – 4 балла - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 2 балла - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 0,1.	экзамен
4	8	Текущий контроль	Практическая работа №4	0,1	10	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 10 баллов - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат – 8 баллов - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания – 6 баллов - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный – 4 балла - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 2 балла - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 0,1.	экзамен
5	8	Текущий контроль	Практическая работа № 5	0,1	10	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов (за	экзамен

						каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 10 баллов - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат – 8 баллов - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания – 6 баллов - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный – 4 балла - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 2 балла - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 0,1.	
8	8	Текущий контроль	Практическая работа №8	0,1	10	Проверка РГР осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов (за каждую расчетно-графическую работу): - расчетная и графическая части выполнены верно – 10 баллов - расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат – 8 баллов - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания – 6 баллов - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный – 4 балла - в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 2 балла - работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия (за каждую расчетно-графической работу) – 0,1.	экзамен
9	8	Текущий контроль	контрольный тест	0,2	10	Выполнение тестового задания осуществляется на портале «Электронный ЮУрГУ» ( <a href="https://edu.susu.ru">https://edu.susu.ru</a> ). Студенту предоставляется 3 попытки с ограничением по времени для прохождения каждого теста. Метод оценивания – высшая оценка по итогам всех попыток. В случае, если студент набирает менее 60% баллов, по его просьбе преподаватель предоставляет дополнительные попытки.	экзамен
10	8	Проме-	тест (экзамен)	-	20	Промежуточная аттестация проводится на	экзамен



Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Воскобойников, В. Г. Общая металлургия Учеб. для вузов по направлению "Металлургия" В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. А. Якушев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Академкнига, 2005. - 764, [4] с. ил.
2. Юсфин, Ю. С. Металлургия железа [Текст] учеб. для вузов по направлению "Металлургия" Ю. С. Юсфин, Н. Ф. Пашков. - М.: Академкнига, 2007. - 464 с. ил. 22 см.

#### б) дополнительная литература:

1. Юсфин, Ю. С. Новые процессы получения металла. Металлургия железа Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия черных металлов" Ю. С. Юсфин, А. А. Гиммельфарб, Н. Ф. Пашков. - М.: Металлургия, 1994. - 320 с. ил.
2. Бигеев, А. М. Металлургия стали: Теория и технология плавки стали Учеб. для вузов по специальности "Металлургия черных металлов" А. М. Бигеев, В. А. Бигеев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Магнитогорск: МГТУ, 2000. - 542,[1] с. ил.

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

1. Металлы

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Рощин, А. В. Производство стали. Решение практических задач [Текст] : учеб. пособие / А. В. Рощин, Д. Я. Поволоцкий, В. П. Грибанов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. процессы ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2006. - 71 с.

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Рощин, А. В. Производство стали. Решение практических задач [Текст] : учеб. пособие / А. В. Рощин, Д. Я. Поволоцкий, В. П. Грибанов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. процессы ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2006. - 71 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Шайнович, О. И. Индустриальные системы и оборудование в металлургии : учебное пособие / О. И. Шайнович. — Москва : МИСИС, 2011. — 144 с. — ISBN 978-5-87623-502-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

		Лань	<a href="https://e.lanbook.com/book/117401">https://e.lanbook.com/book/117401</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы металлургического производства : учебник / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольцев [и др.] ; под общей редакцией В. М. Колокольцева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-4960-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/129223">https://e.lanbook.com/book/129223</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Журавлев, А.А. Расчеты материальных и энергетических балансов при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.А. Журавлев, В.Ф. Мысик, А.В. Жданов. — Электрон. дан. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 128 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/99071">https://e.lanbook.com/book/99071</a> . — Загл. с экрана.
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Рощин, А. В. Производство стали. Решение практических задач [Текст] : учеб. пособие / А. В. Рощин, Д. Я. Поволоцкий, В. П. Грибанов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. процессы ; ЮУрГУ. -Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2006. - 71 с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000374946">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000374946</a>
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шульц, Л. А. Энерго-экологический анализ эффективности металлургических процессов : учебное пособие / Л. А. Шульц. — Москва : МИСИС, 2014. — 267 с. — ISBN 978-5-87623-765-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117063">https://e.lanbook.com/book/117063</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	108 (ПЛК)	Компьютер 15 шт.(Intel(R) Celeron(R) CPU J1800 @ 2.41 GHz, 4,00 ГБ ОЗУ, Компьютер 1 шт. (Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60 GHz, 8,00 ГБ ОЗУ) Интерактивная доска IQBoardPS, Проектор EPSON, наушники с микрофоном SVEN, Монитор 15 шт АОС.