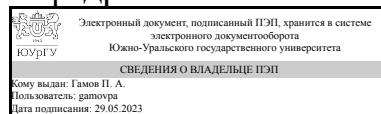


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



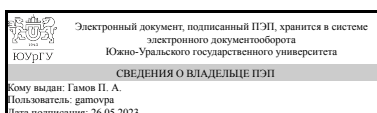
П. А. Гамов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.17.02 Бескоксовая металлургия железа  
для направления 22.03.02 Металлургия  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Системный инжиниринг металлургических технологий  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

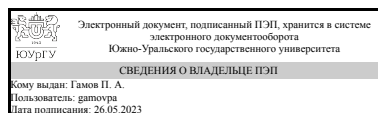
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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



П. А. Гамов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



П. А. Гамов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Глазная цель, которую преследует преподавание этой дисциплины - заложить у студентов основы теоретических представлений о закономерностях процессов бескоксовой металлургии. Важно также показать историю развития теории процесса и совершенствования технологии и практики производства по мере познания процесса. Необходимо ориентировать обучаемых на перспективы развития теории и практики бескоксовой металлургии. В ходе обучения необходимо прививать обучаемым способность оценивать развитие теории и технологии процесса с мировоззренческих позиций, подтверждавших всеобщий характер диалектических законов развития. Совокупность званий, приобретенных в процессе изучения дисциплины, должна привита будущему специалисту способность оценивать и решать технологические вопросы ведения плавки в самых сложных производственных условиях.

## Краткое содержание дисциплины

Процессы получения железа внедоменным путем Процессы металлургии железа. Процессы восстановления оксидов Сырые материалы металлургии железа Получение губчатого железа Получение жидкого металла Производство по схеме «восстановление –плавление». Производство по схеме «плавление - восстановление». Сравнение различных процессов жидкофазного восстановления. Плазменные процессы получения жидкого металла. Применение атомной энергии в металлургии

## 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 бескоксовой 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 Имеет практический опыт: использовать современную вычислительную технику
ПК-2 Способен определять технологические меры для выполнения производственных заданий выплавки полупродукта в кислородном конвертере	Знает: процессы шлакообразования, 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 бескоксowych технологий

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

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Металлургия ферросплавов, Технология и оборудование сварочного производства, Извлечение черных металлов из техногенного сырья, Введение в направление подготовки, Электротермия в металлургии, Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (6 семестр), Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)</p>	<p>Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)</p>

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: роль электротермических процессов при внепечной обработке, роль электротермических процессов в ДСП, основные технологические процессы производства металлов методами электротермии</p> <p>Умеет: использовать фундаментальные общеинженерные знания, понимать и влиять на электротермические характеристики ДСП, использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> <p>Имеет практический опыт: управления технологическими процессами на АКП, управления технологическими процессами на ДСП, расчета электротермических процессов</p>
Введение в направление подготовки	<p>Знает: последовательность и требования к осуществлению поисковой и аналитической деятельности для решения поставленных задач</p> <p>Умеет: анализировать и систематизировать, и синтезировать информацию, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной</p>

	<p>деятельности Имеет практический опыт: владеет навыками поиска информации и практической работы с информационными источниками; владеет методами принятия решений</p>
<p>Металлургия ферросплавов</p>	<p>Знает: основные законы термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы и их значимость для процессов производства ферросплавов, основные свойства, характеристики и особенности применяемых для раскисления и легирования ферросплавов Умеет: использовать основные законы термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы для оценки и регулирования процессов производства ферросплавов, рассчитывать состав шихты для различных групп и марок ферросплавов, составлять материальный и тепловой балансы, корректировать технологический процесс плавки и разливки, находить и ликвидировать нарушения нормального хода процесса, применять математический анализ и ЭВМ при анализе производственных и экспериментальных данных, находить взаимосвязь технологических параметров с экономическими показателями производства. Имеет практический опыт: анализа физико-химических особенностей процесса восстановления металлов из шихтовых материалов, расчета состава шихты для различных групп и марок ферросплавов, составления материальных и тепловых балансов</p>
<p>Технология и оборудование сварочного производства</p>	<p>Знает: Средства механизации и автоматизации сварочных и сопутствующих вспомогательных операций, Технологические особенности производства узлов и конструкций в машиностроении, классификации и маркировку материалов и оборудования, основы обеспечения технологических процессов Умеет: Контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, Выбирать оптимальные способы сварки для конкретных условий изготовления сварных металлоконструкций, применять на практике выбор технологии для практической деятельности при изготовлении сварных конструкций. Имеет практический опыт: Рассчитать и оценить свариваемость металла или сплава, прогнозировать возможность появления дефектов в сварном соединении., Навыками работы с нормативно-технической и справочной документацией.</p>
<p>Извлечение черных металлов из техногенного сырья</p>	<p>Знает: технологические причины приводящие к неполному извлечению металлов при металлургических процессах, основные шлаки металлургических процессов и способы их комплексной переработки Умеет: анализировать и осуществлять выбор оборудования для</p>

	<p>извлечения металлов из шлаков и других металлургических отходов, использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы для комплексной переработки руд</p> <p>Имеет практический опыт: оценки эффективности существующих технологий производства чёрных металлов и сплавов, в расчетах по извлечению металлов из техногенного сырья</p>
<p>Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (6 семестр)</p>	<p>Знает: основное оборудование металлургических предприятий, современные возможности проблемы применения ИИ в металлургических процессах, реальный технологический процесс и его связь с теоретическими знаниями, технологический процесс металлургического предприятия</p> <p>Умеет: оценивать ИИ как инструмент для улучшения технологического процесса, планировать и интерпретировать результаты влияния на реальный технологический процесс, работать в коллективе металлургического предприятия</p> <p>Имеет практический опыт: проектно-технологической оценки технологий и оборудования металлургических предприятий, использования современных программ в металлургических процессах, применения теоретических знаний на практике, работы в цехе металлургического предприятия</p>
<p>Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)</p>	<p>Знает: основные принципы работы металлургических предприятий, основное оборудование для разлива стали, структуру металлургических предприятий, социальную значимость своей будущей профессии, способы самоорганизации и методы самообразования</p> <p>Умеет: проводить сбор информации по технологическим процессам, проводить визуальный анализ качества металлургической продукции, определять задачи охватывающие различные инженерные дисциплины, осознавать социальную значимость своей будущей профессии, самоорганизовываться и самообразовываться</p> <p>Имеет практический опыт: сбора и анализа информации по технологическим процессам, предварительной оценки качества металлургических заготовок, знакомства с металлургическими предприятиями</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего	Распределение по семестрам
--------------------	-------	----------------------------

	часов	в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5	
Домашнее задание по разделу дисциплины	32	32	
Подготовка к экзамену	37,5	37,5	
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	Процессы получения железа внедоменным путем	12	6	6	0
2	Процессы металлургии железа. Процессы восстановления оксидов	12	6	6	0
3	Сырые материалы металлургии железа	12	6	6	0
4	Получение губчатого железа. Получение жидкого металла	16	8	8	0
5	Производство по схеме "восстановление - плавление". Производство по схеме "плавление - восстановление"	12	6	6	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предпосылки для развития бескоксовой металлургии железа. Получение губчатого железа или металлургического сырья при низкотемпературном восстановлении железных руд в шахтных печах. Производство жидкого металла непосредственно из железных руд. Перспективы развития бескоксовой металлургии.	6
2	2	Структура и свойства твердых фаз. Перемещение атомов в твердых и жидких телах. Процесс восстановления и лимитирующая стадия. Термодинамика восстановления оксидов железа. Особенности восстановления при наличии растворов. Кинетика и механизм восстановления оксидов. Влияние различных факторов на скорость восстановления. Показатели развития процессов восстановления. Науглероживание металла. Низкотемпературное науглероживание твердого железа. Науглероживание жидкого металла.	6
3	3	Железорудные материалы и их подготовка к процессу. Восстановитель и методы его получения. Получение восстановительного газа конверсией природного газа. Получение восстановительного газа из твердого топлива. Газификация жидкого топлива.	6
4	4	Требования к качеству готового продукта. Физико-химические условия. Получение губчатого железа в шахтных печах. Расчеты процесса восстановления в шахтных печах. Процессы Мидрекс и ХиЛ III. Получение	6

		губчатого железа в реакторах кипящего слоя. Процесс Фиор. Получение губчатого железа во вращающихся трубчатых печах. Процесс SL/RN. Кричнорудные процессы KRUPP RENN, ОХМК.	
5	4	Физико-химические основы восстановления железа из расплава. Восстановление газами и углеродом.	2
6	5	Производство по схеме "восстановление - плавление". Производство по схеме "плавление - восстановление". Процесс КОРЕКС. Процесс РОМЕЛТ	6

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Семинар. Процессы получения железа внедоменным путем	6
2	2	Семинар. Процессы металлургии железа. Процессы восстановления оксидов	6
3	3	Семинар. Сырые материалы металлургии железа	6
4	4	Расчет материального и теплового баланса процесса восстановления в шахтных печах.	6
5	4	Семинар. Получение губчатого железа.	2
6	5	Семинар. Производство по схеме "восстановление - плавление". Производство по схеме "плавление - восстановление"	6

## 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
Домашнее задание по разделу дисциплины	Юсфин Ю. С. и др. Металлургия железа. – 2007. Главы 3-4	7	32
Подготовка к экзамену	Юсфин Ю. С. и др. Металлургия железа. – 2007. Главы 1-4	7	37,5

## 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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Расчет материального и	2	6	Студент должен провести материальный баланс шахтной печи	экзамен

			теплового баланса			Критерии оценки: Расчет материального баланса проведен без ошибок — 2 балла Расчет материального баланса содержит арифметические ошибки — 1 балл Расчет теплового баланса проведен без ошибок — 2 балла Расчет теплового баланса содержит арифметические ошибки — 1 балл Работа сдана в срок — 1 балл. Соответствие оформления расчета требованиям ГОСТ 7.32-2017 — 1 балл	
2	7	Текущий контроль	Работа на семинарах	1	25	В семестре предусмотрено 5 семинаров. Оценка работы на каждом из них предусматривает следующие критерии: Присутствие на семинаре - 1 балл Доклад по заданной теме. Устный, без чтения заготовленного текста - 2 балла Доклад по заданной теме. Чтение заранее заготовленного текста - 1 балл Верный ответ на вопрос по докладу - 1 балл Участие в обсуждении докладов однокурсников - 1 балл	экзамен
3	7	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	9	Экзамен проходит в устном формате по билетам. Билет содержит три вопроса. На подготовку отводится 30 минут. Дан верный ответ на вопрос в билете, вопрос раскрыт полностью - 2 балла. Дан верный ответ на вопрос в билете, вопрос раскрыт не полностью, либо допущены неточности в ответе - 1 балла. Дан верный ответ на уточняющий вопрос - 1 балл	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля Ртек.</p> <p>Для расчета рейтинга обучающегося по дисциплине используется следующая формула: <math>\text{Р} = \text{Ртек} + \text{б}</math>. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга и может получить оценку по дисциплине согласно п. 2.4 Положения. В случае проведения экзамена, он проходит в устном формате по билетам. Билет содержит три вопроса. На подготовку отводится 30 минут. Дан верный ответ на вопрос в билете,</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения



	вопрос раскрыт полностью - 2 балла. Дан верный ответ на вопрос в билете, вопрос раскрыт не полностью, либо допущены неточности в ответе - 1 балла. Дан верный ответ на уточняющий вопрос - 1 балл	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ПК-1	Знает: физико-химические основы процессов бескоксовой металлургии; закономерности движения шихты и газов в печах; процессы теплообмена в печах; принципы составления материальных, общих и тепловых балансов; методы интенсификации процесса	+	+	+
ПК-1	Умеет: моделировать и оптимизировать процесс; производить термодинамический и кинетический расчеты; организовывать и осуществлять газодинамические и физико-химические эксперименты	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: использовать современную вычислительную технику	+	+	+
ПК-2	Знает: процессы шлакообразования, восстановления и окисления влияющие на состав чугуна	+	+	+
ПК-2	Умеет: рассчитывать оптимальный состав шихты и получать чугун с заданными физико-химическими свойствами; пользоваться современными методами контроля качества	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: анализа существующих бескоксовых технологий получения чугуна	+	+	+
ПК-4	Знает: процессы шлакообразования, восстановления и окисления влияющие на состав железосодержащих материалов	+	+	+
ПК-4	Умеет: рассчитывать оптимальный состав шихты и получать железо прямого восстановления с заданными физико-химическими свойствами; разрабатывать и осваивать новые методы интенсификации процесса	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: анализа существующих бескоксовых технологий получения железа прямого восстановления	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Металлургия чугуна Учеб. для вузов по направлению 110100 "Металлургия черных металлов" и металлург. специальностям Е. Ф. Вегман, Б. Н. Жеребин, А. Н. Похвиснев и др.; Под ред. Ю. С. Юсфина. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Академкнига, 2004. - 774 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Реферативный журнал «Металлургия».
2. «Заводская лаборатория».

3. «Известия вузов. Черная металлургия».
4. «Металлург».
5. «Порошковая металлургия».
6. «Сталь».
7. «Надежность и контроль качества».
8. «Acta Materialia».
9. «Metallurgical and Materials Transactions».
- 10.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Бескоксовая металлургия железа. Мальков Н.В. Методическое пособие

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Бескоксовая металлургия железа. Мальков Н.В. Методическое пособие

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, В. М. Колокольцев, В. М. Салганик [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-8178-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/173100">https://e.lanbook.com/book/173100</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Подготовка металлургического сырья для доменной и бездоменной металлургии железа : учебник / Ф. М. Журавлев, В. П. Лялюк, Н. И. Ступник [и др.]. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021 — Том 1 — 2021. — 300 с. — ISBN 978-5-9729-0706-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/192486">https://e.lanbook.com/book/192486</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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	115	Мультимедийная установка Программно-аппаратный комплекс

занятия и семинары	(1)	дистанционного обучения студентов (интерактивный класс) на базе лаборатории высокотемпературных процессов. Комплект оборудования National Instruments с программным продуктом LabView
Лекции	115 (1)	Мультимедийная установка Программно-аппаратный комплекс дистанционного обучения студентов (интерактивный класс) на базе лаборатории высокотемпературных процессов. Комплект оборудования National Instruments с программным продуктом LabView
Самостоятельная работа студента	115 (1)	нет
Экзамен	115 (1)	нет