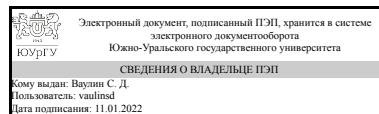


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



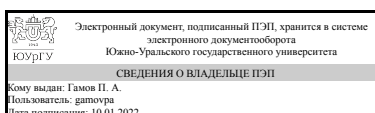
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.11.01 Metallургия чугуна  
для направления 22.03.02 Metallургия  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Metallургические технологии  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

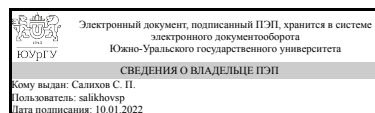
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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



П. А. Гамов

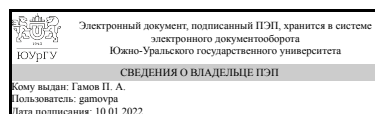
Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



С. П. Салихов

СОГЛАСОВАНО

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



П. А. Гамов

## 1. Цели и задачи дисциплины

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

## Краткое содержание дисциплины

Производство черных металлов - мера промышленного развития и мощи страны. Развитие доменного производства. Масштабы современного доменного производства. Развитие металлургической науки, роль русских и зарубежных ученых. Металлургия, как наука, появление теоретической металлургии, возрастающее значение фундаментальных наук в развитии металлургии. Обзор развития черной металлургии России и главных стран мира. Особенности доменного процесса. Методы его экспериментального изучения. Развитие знаний о закономерностях доменного процесса. Теория доменного процесса как основа технологии доменного производства.

## 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: Сущность процессов восстановления. Термодинамические основы восстановительных процессов. Общие закономерности восстановления оксидов железа в доменной печи. Восстановление оксидов железа оксидом углерода, водородом и углеродом. Связь процессов восстановления оксидов железа монооксидом углерода с реакцией распада монооксида углерода. Условия протекания реакции распада оксида углерода. Равновесие реакций восстановления оксидов железа. Восстановление оксидов железа твердым углеродом. Термодинамика, механизм и кинетика прямого восстановления оксидов железа. Умеет: Оценивать влияние факторов на процесс восстановления Имеет практический опыт: проведения высокотемпературных экспериментов по восстановлению железа в рудах
ПК-2 Способен определять технологические	Знает: основные свойства, характеристики и

меры для выполнения производственных заданий выплавки полупродукта в кислородном конвертере	особенности передельного чугуна Умеет: проводить расчеты шихты для доменной печи и составления материального и теплового балансы доменной плавки Имеет практический опыт: оценки эффективности способов интенсификации доменного процесса
---	---

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Основы плавления и затвердевания металлов, Электротермия в металлургии, Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (6 семестр), Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	Металлургия и электрометаллургия стали, Металлургия ферросплавов, 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 плавления и затвердевания металлов	Знает: влияние условий на процесс кристаллизации, термодинамические и физико-химические процессы, протекающие при плавлении и кристаллизации расплавов Умеет: связывать технологические параметры и процессы протекающие при кристаллизации, применять физико-математический аппарат для решения задач, возникающих при плавлении и кристаллизации расплавов Имеет практический опыт: оценки влияния условий кристаллизации на причины появления дефектов, моделирования процессов переноса тепла и массы при плавлении и отвердевании металлов
Электротермия в металлургии	Знает: роль электротермических процессов в ДСП, основные технологические процессы производства металлов методами электротермии, роль электротермических процессов при внепечной обработке Умеет: понимать и влиять на электротермические характеристики ДСП, использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, использовать фундаментальные общеинженерные знания Имеет практический опыт: управления технологическими процессами на ДСП, расчета электротермических процессов, управления технологическими процессами на АКП
Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (6 семестр)	Знает: современные возможности проблемы применения ИИ в металлургических процессах,

семестр)	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
Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	Знает: основное оборудование для разлива стали, основные принципы работы металлургических предприятий, социальную значимость своей будущей профессии, способы самоорганизации и методы самообразования Умеет: проводить визуальный анализ качества металлургической продукции, проводить сбор информации по технологическим процессам, осознавать социальную значимость своей будущей профессии, самоорганизовываться и самообразовываться Имеет практический опыт: предварительной оценки качества металлургических заготовок, сбора и анализа информации по технологическим процессам, знакомства с металлургическими предприятиями

#### 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 экзамену	57,5	57,5	
Выполнение расчетных заданий	60	60	
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	Общая характеристика доменного процесса	2	2	0	0
2	Движение материалов и газов в доменной печи	2	2	0	0
3	Процессы испарения, разложения и восстановления в доменной печи	2	2	0	0
4	Образование шлака в доменной печи. Поведение серы в доменной печи. Процессы в горне доменной печи. Расчет шихты. Методы интенсификации доменного процесса. Материальный и тепловой балансы доменной плавки	6	2	4	0
5	Устройство доменной печи. Комплекс доменной печи	4	0	4	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Схема современного доменного производства. Сырые материалы доменной плавки	2
2	2	Противоток материалов и газов в доменной печи его организация. Требования к газопроницаемости и распределению материалов. Рациональное распределение материалов и газового потока печи. Движение шихтовых материалов в доменной печи. Силы действующие на столб материалов (гравитационные, трения внутри слоя и о стенки печи, подпор газового потока). Пути устранения подвисаний шихтовых материалов и достижения ровного хода печи. Перераспределение материалов при движении от колошника до горна. Скорость опускания материалов. Методы замера скорости опускания материалов. Движение газов в доменной печи. Газопроницаемость насыпных масс материалов; аналитическое и экспериментальные методы ее определения. Факторы, определяющие газопроницаемость столба шихты. Газопроницаемость движущейся шихты, методы достижения высокой газопроницаемости. Основные факторы, определяющие газопроницаемость столба шихтовых материалов в доменной печи. Влияние распределения компонентов шихты на распределение газового потока по горизонтальным сечениям доменной печи. Типы газовых потоков. Схемы засыпных устройств: двухконусного, клапанноконусного, лоткового. Распределение материалов по горизонтальным сечениям и технологические требования к нему. Регулирование распределения материалов при загрузке, параметры загрузки и засыпных устройств. Влияние изменения величины зазора между конусом и стенкой колошника, уровня засипи, массы подачи, массы порции, порядка загрузки на распределение материалов по горизонтальным сечениям печи. Влияние гранулометрического состава материалов. Распределение материалов и газового потока по окружности печи. Схема, работы вращающегося распределителя, его недостатки. Новые принципы работы вращающихся распределителей. Контроль распределения материалов по окружности и его влияние на результаты работы печи.	2
3	3	Процессы испарения, разложения и восстановления в доменной печи Испарение влаги и разложение гидратов. Удаление летучих веществ кокса. Разложение карбонатов. Термодинамика разложения карбонатов. Механизм и кинетика разложения карбонатов. Влияние температуры, скорости газового потока, давления, размера кусков на скорость разложения карбонатов.	2

		<p>Особенности разложения известняка в доменной печи, диаграмма разложения. Сущность процессов восстановления. Термодинамические основы восстановительных процессов. Общие закономерности восстановления оксидов железа в доменной печи. Восстановление оксидов железа оксидом углерода, водородом и углеродом. Связь процессов восстановления оксидов железа монооксидом углерода с реакцией распада монооксида углерода. Условия протекания реакции распада оксида углерода. Равновесие реакций восстановления оксидов железа. Восстановление оксидов железа твердым углеродом. Термодинамика, механизм и кинетика прямого восстановления оксидов железа.</p>	
4	4	<p>Распределение оксидов, поступающих печь с шихтой между чугуном и шлаком. Спекание рудной части шихты. Размягчение рудной части шихты. Усадка слоя размягченной шихты. Первичный шлак. Влияние качества материалов, характера распределения температуры в рабочем пространстве печи на тип первичного шлака. Промежуточный шлак. Изменение химического состава шлака, его температуры плавления и количества. Растворение в шлаке на уровне фурм золы кокса. Конечный шлак. Верхний шлак и нижний шлак. Плавкость шлака, Диаграмма плавкости доменных шлаков. Поверхностное натяжение шлака. Влияние поверхностного натяжения на характер движения материалов и газов и распределение газов по сечению печи. Температура каплеобразования шлаков. Влияние химического состава шлака на температуру каплеобразования. Серопоглощительная способность. Строение жидких шлаков и их основные свойства. Молекулярная теория строения жидких шлаков. Теория ионного строения жидких шлаков. Влияние свойств и количества шлака на работу доменной печи. Состав и свойства доменных шлаков и методы их описания. Составы шлаков производства передельного, литейного и зеркального чугуна и ферросплавов. Принцип построения диаграмм тройных систем. Диаграммы температур плавления шлаков. Шлаки устойчивые и неустойчивые. Вязкость шлака. Действительная и кажущаяся вязкость. Диаграммы вязкости доменных шлаков. Влияние состава шлаков на их вязкость. Шлаки длинные и короткие. Сера в шихтовых материалах. Переход серы в газовую фазу. Циркуляция серы между горном и распаром и шахтой печи. Распределение серы между чугуном и шлаком. Термодинамические и кинетические закономерности процесса десульфурации чугуна в доменной печи. Коэффициент распределения серы между шлаком и чугуном. Влияние основности шлака, температуры, содержания в шлаке магнезии и глинозема, кратности шлака, расхода кокса и др. на коэффициент распределения серы. Десульфурация чугуна вне доменной печи. Горение углерода кокса у фурм. Механизм и кинетика процесса. Зоны горения окислительные и циркуляционные перед фурмами, их влияние на работу печи и состав газа в горне. Изменение температуры, состава и давления газа по радиусу горна печи. Состав горновых газов. Изменение состава газа при движении от горна до колошника. Размеры зон горения и факторы, определяющие их. Окисление элементов чугуна перед фурмами и их повторное восстановление ниже уровня воздушных фурм. Роль этого явления в доменном процессе. Изменение температуры по сечению и высоте доменной печи. Температура в горне. Теоретическая температура горения у фурм. Изменение температуры по высоте печи, теплообмен в печи. Первая и вторая ступени теплообмена, холостая высота. Изменения температуры по сечению печи, поля изотерм. Изменение состава газа по сечению и высоте печи. Изменение давления газов в доменной печи. Влияние количества и температуры дутья, высоты столба материалов в печи, качества шихтовых материалов и метода их загрузки, количества и вязкости первичных и промежуточных шлаков. Расчет шихты. Материальный баланс доменной плавки. Тепловой баланс доменной плавки. Зональные тепловые балансы.</p>	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	4	Расчет шихты. Материальный баланс доменной плавки. Определение состава доменного шлака. Работа с тройными диаграммами	4
3-4	5	Методики расчета геометрии доменной печи	4

## 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 экзамену	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.	8	57,5
Выполнение расчетных заданий	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.	8	60

## 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	Расчет материального баланса	1	20	Критерии оценки: Правильность расчетов - все верно 5 баллов, есть незначительные ошибки - 4 балла, есть грубые ошибки, но логика расчета верна - 3 балла, расчет сдан но неверен 2 балла; Оформление расчета, таблиц и рисунков - все таблицы, рисунки и расчет выполнены в соответствии с ГОСТ 7.32-	экзамен

						<p>2017 - 5 баллов, за каждую ошибку снимается по 0,5 баллов.</p> <p>Сдача заданий в срок: две недели после выдачи - 5 баллов, от 2 недель до месяца - 3 балла, работа сдана позже чем через месяц - 1 балл;</p> <p>Защита работы: защита работы - это объяснение процесса расчета выполненного в домашних условиях. - ответил на 5 вопросов преподаватели - 5 баллов, за каждый неправильный ответ минус один балл.</p>	
3	8	Текущий контроль	Расчёт профиля доменной печи	1	20	<p>Критерии оценки:</p> <p>Правильность расчетов - все верно 5 баллов, есть незначительные ошибки - 4 балла, есть грубые ошибки, но логика расчета верна - 3 балла, расчет сдан но не верен 2 балла;</p> <p>Оформление расчета, таблиц и рисунков - все таблицы, рисунки и расчет выполнены в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 - 5 баллов, за каждую ошибку снимается по 0,5 баллов.</p> <p>Сдача заданий в срок: две недели после выдачи - 5 баллов, от 2 недель до месяца - 3 балла, работа сдана позже чем через месяц - 1 балл;</p> <p>Защита работы: защита работы - это объяснение процесса расчета выполненного в домашних условиях. - ответил на 5 вопросов преподаватели - 5 баллов, за каждый неправильный ответ минус один балл.</p>	экзамен
4	8	Бонус	активная работа на занятиях	-	15	<p>Участие в работе на каждом занятии 1 балл за занятие, ответы на вопросы преподавателя - 1 балл за правильный ответ (но не больше 3 баллов за занятие). За все занятия не больше 15 баллов.</p>	экзамен
5	8	Текущий контроль	Проверка конспекта лекций	1	20	<p>Если перед экзаменом конспект лекций есть в полном объеме то выставляется 2 балла, если частично то 1 балл. Всего 10 тем.</p>	экзамен
6	8	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	40	<p>Студент получает случайный билет с двумя вопросами. Подготавливает письменный ответ по билету. Время подготовки 30 минут. В случае необходимости устное обсуждение ответов. Правильный ответ на вопрос соответствует 20 баллам. Правильный ответ с небольшими ошибками соответствует 15 баллам. Правильный ответ с грубыми ошибками соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0.</p>	экзамен



## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и за экзамен (экзамен обязателен). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Если сумма набранных баллов за мероприятия текущего контроля и за экзамен больше 60%, то выставляется удовлетворительно, если больше 75% - хорошо, больше 85% - отлично.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	3	4	5	6			
ПК-1	Знает: Сущность процессов восстановления. Термодинамические основы восстановительных процессов. Общие закономерности восстановления оксидов железа в доменной печи. Восстановление оксидов железа оксидом углерода, водородом и углеродом. Связь процессов восстановления оксидов железа монооксидом углерода с реакцией распада монооксида углерода. Условия протекания реакции распада оксида углерода. Равновесие реакций восстановления оксидов железа. Восстановление оксидов железа твердым углеродом. Термодинамика, механизм и кинетика прямого восстановления оксидов железа.							++	++
ПК-1	Умеет: Оценивать влияние факторов на процесс восстановления							++	++
ПК-1	Имеет практический опыт: проведения высокотемпературных экспериментов по восстановлению железа в рудах							++	++
ПК-2	Знает: основные свойства, характеристики и особенности передельного чугуна							+++	+++
ПК-2	Умеет: проводить расчеты шихты для доменной печи и составления материального и теплового балансы доменной плавки							+++	+++
ПК-2	Имеет практический опыт: оценки эффективности способов интенсификации доменного процесса							+++	+++

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.

#### б) дополнительная 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.

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

1. Сталь, Электрометаллургия, Metallurg, Национальная металлургия, Stal und Eisen

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы металлургического производства : учебник / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольцев, В. М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a> (дата обращения: 30.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ивлев, С. А. Металлургические технологии. Металлургия чёрных металлов : учебное пособие / С. А. Ивлев, М. П. Ключев. — Москва : МИСИС, 2017. — 45 с. — ISBN 978-5-906846-57-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/108106">https://e.lanbook.com/book/108106</a> (дата обращения: 30.06.2020). — 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:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы 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	115 (1)	Мультимедийная установка. Программно-аппаратный комплекс дистанционного обучения студентов (интерактивный класс) на базе

		лаборатории высокотемпературных процессов.
Практические занятия и семинары	115 (1)	Мультимедийная установка. Программно-аппаратный комплекс дистанционного обучения студентов (интерактивный класс) на базе лаборатории высокотемпературных процессов.