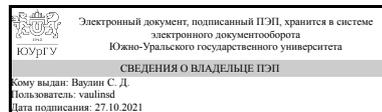


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



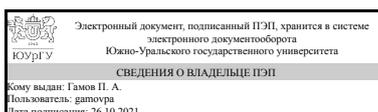
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.13.01 Metallургия черных металлов  
для направления 15.03.01 Машиностроение  
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат  
профиль подготовки Обработка материалов давлением  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

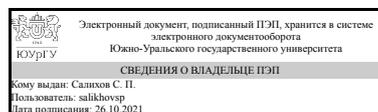
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 03.09.2015 № 957

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



П. А. Гамов

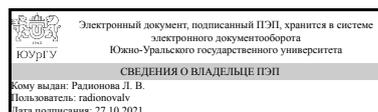
Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент (кн)



С. П. Салихов

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой  
Процессы и машины обработки  
металлов давлением  
к.техн.н., доц.



Л. В. Радионова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Глобальной целью преподавания и изучения дисциплины является создание у бакалавра системы знаний и понятий по основам производства черных металлов, особенностях протекания физико-химических превращений в различных металлургических агрегатах, а также ознакомление с современными и перспективными технологическими способами производства чугуна, стали и ферросплавов.

### Краткое содержание дисциплины

Аглодоменное производство. Металлургия чугуна и стали. Бескоксая металлургия железа. Ферросплавное производство. Спецэлектрометаллургия.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-10 умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	Знать:причины и связи технологических режимов приводящих к дефектам при производстве стали
	Уметь:применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности
	Владеть:разрабатывать мероприятия по предупреждению дефектов
ОПК-4 умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении	Знать:современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых
	Уметь:применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении
	Владеть:
ОПК-1 умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знать:основное металлургическое оборудование
	Уметь:использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
	Владеть:методами моделирования процессов производства стали

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
---	---

Б.1.21 Физическая химия, Б.1.06 Физика	ДВ.1.03.01 Оборудование цехов ОМД, ДВ.1.09.02 Автоматизация металлургического производства, Ф.02 Компьютерное моделирование в профессиональной деятельности
---	---

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

Дисциплина	Требования
Б.1.21 Физическая химия	Законы термодинамики. Тепловые эффекты химических реакций. Термодинамические критерии возможности протекания химических реакций. Константы равновесия гомогенных и гетерогенных реакций. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Электропроводность растворов электролитов. Электрохимический эквивалент. Скорость химической реакции. Энергия активации
Б.1.06 Физика	Знать основные физические законы и физические явления; методы физического исследования; закономерности формирования результата измерения. Правильно применять законы физики в решении инженерных задач; Пользоваться современными приборами и аппаратурой; Поставить эксперимент и обработать полученные результаты. Владеть: методами измерения физических величин и средствами контроля физико-механических, электромагнитных и теплотехнических свойств; основами измерения оптических и радиационных свойств; приемами и методами решений конкретных задач из различных областей физики; навыками физического моделирования прикладных задач будущей специальности

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16

Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Металлургия чугуна	8	8
Подготовка к экзамену	18	18
Продукция и сырые материалы черной металлургии	2	2
Внепечное рафинирование стали	2	2
Общие вопросы металлургии стали	2	2
Специальная металлургия	2	2
Производство стали в дуговых печах	8	8
Производство стали в конвертерах	8	8
Производство ферросплавов	8	8
Разливка стали	2	2
Вид итогового 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	Продукция и сырьевая база черной металлургии	2	2	0	0
2	Металлургия чугуна	8	6	0	2
3	Производство ферросплавов	6	4	0	2
4	Общие вопросы металлургии стали	2	2	0	0
5	Производство стали в конвертерах	8	6	0	2
6	Производство стали в дуговых печах	8	6	0	2
7	Внепечное рафинирование стали	6	2	0	4
8	Специальная электрометаллургия	2	2	0	0
9	Разливка стали	6	2	0	4

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Продукция и сырые материалы черной металлургии	2
2	2	Доменный процесс	2
3-4	2	Оборудование для производства чугуна	4
5-6	3	Физико-химические процессы производства ферросплавов. Оборудование и технология производства ферросплавов	4
7	4	Теоретические основы сталеплавильного производства	2
8	5	Оборудование и технология производства стали в конвертерах	2
9-10	5	Теоретические основы производства стали в конвертерах	4
11	6	Теоретические основы производства стали в дуговых печах	2
12-13	6	Оборудование и технология производства стали в дуговых печах	4
14	7	Теория и технология внепечной обработки стали	2
15	8	Оборудование и технология производства стали агрегатах специальной электрометаллургии	2
16	9	Теория и технология разливки стали	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Материалы и продукты при металлургии чугуна	2
2	3	Материалы и продукция ферросплавного производства	2
3	5	Конверторное производство стали	2
4	6	Моделирование электродуговой печи	2
5-6	7	Моделирование внепечной обработки стали	4
7-8	9	Моделирование непрерывной разливки	4

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Внепечное рафинирование стали	Бигеев, В.А. Основы металлургического производства. [Электронный ре-сурс] / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90165">http://e.lanbook.com/book/90165</a>	2
Разливка стали	Бигеев, В.А. Основы металлургического производства. [Электронный ре-сурс] / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90165">http://e.lanbook.com/book/90165</a>	2
Продукция и сырые материалы черной металлургии	Бигеев, В.А. Основы металлургического производства. [Электронный ре-сурс] / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90165">http://e.lanbook.com/book/90165</a>	2
Производство стали в дуговых печах	Бигеев, В.А. Основы металлургического производства. [Электронный ре-сурс] / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90165">http://e.lanbook.com/book/90165</a>	8
Общие вопросы металлургии стали	Бигеев, В.А. Основы металлургического производства. [Электронный ре-сурс] / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90165">http://e.lanbook.com/book/90165</a>	2

Подготовка к экзамену	Бигеев, В.А. Основы металлургического производства. [Электронный ре-сурс] / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90165">http://e.lanbook.com/book/90165</a>	18
Производство стали в конвертерах	Бигеев, В.А. Основы металлургического производства. [Электронный ре-сурс] / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90165">http://e.lanbook.com/book/90165</a>	8
Производство ферросплавов	Бигеев, В.А. Основы металлургического производства. [Электронный ре-сурс] / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90165">http://e.lanbook.com/book/90165</a>	8
Металлургия чугуна	Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф. Металлургия железа: учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 464 с.: ил.	8
Специальная металлургия	Бигеев, В.А. Основы металлургического производства. [Электронный ре-сурс] / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90165">http://e.lanbook.com/book/90165</a>	2

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Модели металлургических процессов	Лабораторные занятия	Модель кислородного конвертера, ДСП, внепечной обработки и непрерывной разливки	16

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-1 умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Проверка самостоятельной работы студента	1-3
Все разделы	ПК-10 умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	Моделирование	1-4
Все разделы	ОПК-4 умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении	Экзамен	1-45
Все разделы	ОПК-1 умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Экзамен	1-45
Все разделы	ПК-10 умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	Экзамен	1-45

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Проверка самостоятельной работы студента	3 расчета по каждому из них 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 не верен 2 балла; 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. 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; Защита работы: защита работы - это объяснение процесса расчета выполненного в домашних условиях. - ответил на 5 вопросов преподаватели - 5 баллов, за каждый	Зачтено: 36 и больше баллов Не зачтено: 35 и меньше баллов

	неправильный ответ минус один балл. Итого максимум 20 баллов за 1 расчет и 60 баллов за 3 расчета.	
Моделирование	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студент проводит моделирование в присутствии преподавателя. Оценивается правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): - приведены правильные методики технологических параметров – 5 балл - правильный ответ на один вопрос – 5 балл Максимальное количество баллов – 15. За 4 модели 60 баллов	Зачтено: 36 и более баллов Не зачтено: 35 и менее баллов
Экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Если сумма набранных баллов за мероприятия текущего контроля больше 60%, то выставляется удовлетворительно, если больше 75% - хорошо, больше 85% - отлично. Если баллов недостаточно проводится письменный опрос. Студент получает случайный билет с 3 вопросами. Студент подготавливает письменный ответ по билету. Время подготовки 30 минут. В случае необходимости устное обсуждение ответов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) 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 Максимальное количество баллов – 60.	Отлично: За 3 правильных ответа с небольшими ошибками Хорошо: за 2 правильных ответа и 1 правильный с грубыми ошибками Удовлетворительно: за 2 правильный ответ с небольшими ошибками и 1 неправильный ответ Неудовлетворительно: за 2 или 3 неправильных ответа, или за 3 неправильных ответа с грубыми ошибками

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Проверка самостоятельной работы студента	Расчет профиля рабочего пространства доменной печи Расчет процесса шлакообразования в доменной печи Расчет доли лома в кислородном конвертере
Моделирование	Моделирование ДСП Моделирование КК Моделирование Внепечной обработки Моделирование МНЛЗ

<p>Экзамен</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структура производства черных металлов.</li> <li>2. Характеристика черных материалов – чугуна, стали, ферросплавов.</li> <li>3. Сущность доменного производства.</li> <li>4. Устройство доменной печи.</li> <li>5. Загрузка материалов в доменную печь.</li> <li>6. Восстановление железа восстановительными газами и углеродом в доменной печи.</li> <li>7. Образование чугуна и шлака в доменной печи.</li> <li>8. Поведение серы в доменной печи.</li> <li>9. Интенсификация доменной плавки.</li> <li>10. Методы внедоменного производства железа.</li> <li>11. Особенности физико-химических процессов производства ферросплавов.</li> <li>12. Способы производства ферросплавов.</li> <li>13. Конструкция ферросплавных печей.</li> <li>14. Технология производства ферросилиция.</li> <li>15. Технология производства феррохрома.</li> <li>16. Перемешивание металла и шлака.</li> <li>17. Удаление вредных примесей – фосфора и серы.</li> <li>18. Удаление неметаллических включений.</li> <li>19. Классификация стали.</li> <li>20. Сущность конвертерного производства.</li> <li>21. Достоинства и недостатки классических методов: Бессемеровского и Томасовского.</li> <li>22. Кислородно-конвертерный процесс с верхней продувкой.</li> <li>23. Футеровка кислородного конвертера.</li> <li>24. Технология плавки в кислородном конвертере.</li> <li>25. Кислородно-конвертерный процесс с донной и комбинированной продувкой.</li> <li>26. Значение электрических печей в производстве стали.</li> <li>27. Дуговые печи.</li> <li>28. Электрическая дуга как источник тепловой энергии.</li> <li>29. Устройство дуговой печи.</li> <li>30. Десульфурация, раскисление и газонасыщенность стали.</li> <li>31. Технология выплавки стали на свежей шихте и методом переплава.</li> <li>32. Особенности процессов внепечного рафинирования.</li> <li>33. Обработка металла вакуумом, жидким синтетическим шлаком и твердыми шлаковыми смесями.</li> <li>34. Продувка металла инертными газами и порошками.</li> <li>35. Вакуумнокислородное рафинирование.</li> <li>36. Агрегаты ковш-печь.</li> <li>37. Вакуумный дуговой переплав. Технология переплава.</li> <li>38. Плазменно-дуговой переплав.</li> <li>39. Кристаллизация и строение слитка спокойной, полуспокойной и кипящей стали.</li> <li>40. Основные дефекты стального слитка.</li> <li>41. Способы уменьшения усадочной раковины и рыхлости.</li> <li>42. Технология разлива стали в изложницы сверху и сифоном.</li> <li>43. Непрерывная разливка стали.</li> <li>44. Конструкции МНЛЗ.</li> <li>45. Достоинства и недостатки непрерывной разливки стали.</li> </ol>
----------------	---

## 8. 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. Еланский, Г. Н. Основы производства и обработки металлов Учеб. для вузов по направлению 651300 "Металлургия," специальностям 150101 и др. Г. Н. Еланский, Б. В. Линчевский, А. А. Кальменев; Моск. гос. вечер. металлург. ин-т. - М.: МГВМИ, 2005. - 417, [1] с.

### 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. Роцин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали Текст учебник для вузов по направлению 150400.68 - "Металлургия" В. Е. Роцин, А. В. Роцин ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 571, [1] с. ил.

### 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».

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

1. Металлургия черных металлов. Салихов С.П.

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

1. Металлургия черных металлов. Салихов С.П.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы металлургического производства [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Бигеев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a> . — Загл. с экрана.

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Самостоятельная работа студента	115 (1)	Компьютерная техника с доступом в интернет
Лабораторные занятия	115 (1)	Компьютеры для лабораторных работ
Контроль самостоятельной работы	115 (1)	Мультимедийная установка
Лекции	115 (1)	Мультимедийная установка, стенды