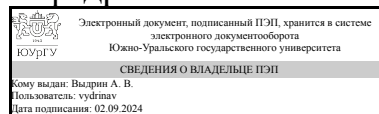


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



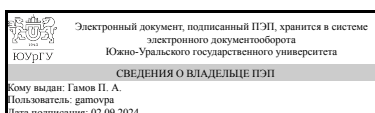
А. В. Выдрин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.07.01 Теория и технология процессов производства стали  
для направления 22.04.02 Metallurgy  
уровень Магистратура  
магистерская программа Искусственный интеллект в металлургии  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

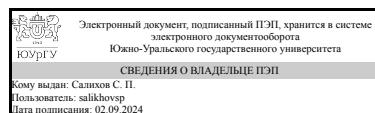
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 308

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



П. А. Гамов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



С. П. Салихов

## 1. Цели и задачи дисциплины

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

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина читается в 1 семестре. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 108 ч. Зачётных единиц 3. Контактная работа 54.25 ч. Промежуточная аттестация зачет. Краткое содержание: Металлургия стали. Выбор способа выплавки стали. Внепечное рафинирование и доводка полупродукта.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                                          | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Способен управлять реальными технологическими процессами и оборудованием для плавления стали, её внепечной обработки и непрерывной разливки                                                                                             | Знает: как решать профессиональные задачи по разработке технологических процессов и подбору оборудования<br>Умеет: осуществлять сбор и изучение научно-технической информации передовых достижений по теме исследований и разработок<br>Имеет практический опыт: оценивать результаты теоретического обобщения научных и практических данных, результатов экспериментов и наблюдений                                                                              |
| ПК-2 Способен проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливки стали для выбора путей, мер и средств управления качеством продукции с разработкой предложений по совершенствованию технологических процессов | Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливки стали с учетом современных методов исследования и применением цифровых технологий<br>Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции с учетом современных достижений науки и практики<br>Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом современных достижений и цифровых технологий |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | Модифицирование поверхностей,<br>Теория и технологии непрерывной разливки стали,<br>Цифровизация процесса непрерывной разливки стали, |

|  |                                                                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Литейно-прокатные агрегаты,<br>Экспертиза металлов и металлоизделий,<br>Производственная практика (преддипломная) (4 семестр),<br>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр) |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

Нет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 56,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 1                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 144         | 144                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 48          | 48                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 32          | 32                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 87,75       | 87,75                              |
| Проведение расчетов                                                        | 50          | 50                                 |
| Подготовка к зачету                                                        | 37,75       | 37,75                              |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 8,25        | 8,25                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины    | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----|
|           |                                     | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Теория процессов производства стали | 24                                        | 20 | 4  | 0  |
| 2         | Технология производства стали       | 24                                        | 12 | 12 | 0  |

##### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                | Кол-во часов |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1-2      | 1         | Свойства жидких сплавов железа. Форма существования элементов в расплавах железа. Физические свойства расплавов железа. Химическая активность примесей в жидком железе | 4            |
| 3-4      | 1         | Шлаки сталеплавильных процессов. Состав шлаков и основные диаграммы                                                                                                    | 4            |

|       |   |                                                                                                                                                                                                                                        |   |
|-------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|       |   | состояния шлаковых систем. Строение расплавленных шлаков. Определение активностей компонентов шлака. Химические свойства шлаков. Физические свойства шлаков.                                                                           |   |
| 5-6   | 1 | Окислительные процессы в сталеплавильной ванне. Окислительные условия выплавки стали. Окисление углерода. Удаление фосфора. Окисление и восстановление кремния. Окисление и восстановление марганца. Окисление и восстановление хрома. | 4 |
| 7-8   | 1 | Десульфурация металла. Раскисление стали. Взаимодействие раскислителей с кислородом. Образование продуктов раскисления. Удаление продуктов раскисления. Диффузионное раскисление шлаком. Оксидные неметаллические включения в стали.   | 4 |
| 9-10  | 1 | Водород в стали. Азот в стали. Раскисление в вакууме. Удаление неметаллических включений в вакууме. Процессы дегазации и удаления цветных металлов. Взаимодействие металлического расплава с футеровкой.                               | 4 |
| 11-12 | 2 | Шихтовые материалы. Общие положения технологии.                                                                                                                                                                                        | 4 |
| 13-15 | 2 | Технология и оборудование плавки стали в дуговых сталеплавильных печах                                                                                                                                                                 | 6 |
| 16    | 2 | Внепечная обработка стали                                                                                                                                                                                                              | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                | Кол-во часов |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1-2       | 1         | Расчет процессов раскисления, легирования и рафинирования стали                                                                    | 4            |
| 3-5       | 2         | Технология окислительных процессов. Шлакообразование и рафинирование металла шлаком. Интенсификация плавления лома в дуговых печах | 6            |
| 6-8       | 2         | Подготовка расплава к разливке. Оборудование и технологии.                                                                         | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Проведение расчетов | Гамов, П. А. Производство стали в дуговых сталеплавильных печах : решение практических [Текст] : учеб. пособие по направлениям 22.03.02 и 22.04.02 "Металлургия" / П. А. Гамов, С. В. Зырянов, С. П. Салихов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. процессы ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2018 URL <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000558938">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000558938</a> Гамов, П. А. Внепечная обработка и непрерывная заливка стали : решение практических задач [Текст] : учеб. пособие по направлениям 22.03.02 и 22.04.02 "Металлургия" / П. А. Гамов, С. В. Зырянов, С. П. Салихов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. процессы ; ЮУрГУ Челябинск , 2018 URL <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000558914">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000558914</a> |
| Подготовка к зачету | Рощин В.Е., Рощин А.В. Электрометаллургия и металлургия стали. Учебник. Челябинск: ЮУрГУ, 2013. – 572 с. <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476</a> Разделы 3, 4, 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## 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    | 1        | Текущий контроль | Расчет параметров дуговой печи    | 2   | 20         | Критерии оценки:<br>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;<br>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.<br>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;<br>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. | зачет            |
| 2    | 1        | Текущий контроль | Расчет внепечной обработки        | 2   | 20         | Критерии оценки:<br>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;<br>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.<br>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;<br>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. | зачет            |
| 3    | 1        | Бонус            | активная                          | -   | 20         | За активное участие (работа у доски, ответы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | зачет            |

|   |   |                          |                    |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |
|---|---|--------------------------|--------------------|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          | работа на занятиях |   |    | на вопросы, вопросы к докладчикам) можно получить до 2 баллов за занятие. Максимально возможная величина бонусрейтинга +20 баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
| 4 | 1 | Промежуточная аттестация | зачет              | - | 40 | Студент получает случайный билет с двумя вопросами. 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 – 40. | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | <p>На зачете 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 зачет. Если баллов недостаточно проводится письменный опрос. Студент получает случайный билет с двумя вопросами. 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 – 40.</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                      | № КМ |   |   |   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|
|             |                                                                                                                          | 1    | 2 | 3 | 4 |
| ПК-1        | Знает: как решать профессиональные задачи по разработке технологических процессов и подбору оборудования                 | +    | + | + | + |
| ПК-1        | Умеет: осуществлять сбор и изучение научно-технической информации передовых достижений по теме исследований и разработок | +    | + | + | + |

|      |                                                                                                                                                                               |   |   |   |   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| ПК-1 | Имеет практический опыт: оценивать результаты теоретического обобщения научных и практических данных, результатов экспериментов и наблюдений                                  | + | + | + | + |
| ПК-2 | Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливки стали с учетом современных методов исследования и применением цифровых технологий | + | + | + | + |
| ПК-2 | Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции с учетом современных достижений науки и практики                                                         | + | + | + | + |
| ПК-2 | Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом современных достижений и цифровых технологий                       | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. 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. электрон. версия

#### б) дополнительная литература:

1. 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. «Известия вузов. Черная металлургия».
2. «Сталь».
3. «Metallurgical and Materials Transactions».

#### 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. [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Бигеев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90165">http://e.lanbook.com/book/90165</a> — Загл. с экрана. |
| 2 | Методические        | Электронный                                       | Гамов, П. А. Внепечная обработка и непрерывная заливка стали :                                                                                                                                                                                             |

|   |                                                          |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|----------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | пособия для самостоятельной работы студента              | каталог ЮУрГУ             | решение практических задач [Текст] : учеб. пособие по направлениям 22.03.02 и 22.04.02 "Металлургия" / П. А. Гамов, С. В. Зырянов, С. П. Салихов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. процессы ; ЮУрГУ Челябинск , 2018<br><a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000558914">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000558914</a>                                                                                              |
| 3 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Электронный каталог ЮУрГУ | Гамов, П. А. Производство стали в дуговых сталеплавильных печах : решение практических задач [Текст] : учеб. пособие по направлениям 22.03.02 и 22.04.02 "Металлургия" / П. А. Гамов, С. В. Зырянов, С. П. Салихов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. процессы ; ЮУрГУ Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2018<br><a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000558938">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000558938</a> |

#### 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(28.02.2017)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.  | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий                                                                                                           |
|---------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачет                           | 115 (1) | персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации |
| Практические занятия и семинары | 115 (1) | персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации |
| Лекции                          | 115 (1) | персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации |
| Самостоятельная работа студента | 115 (1) | персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, проектор, компьютер, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации |